ANLEITUNG
ZUR
SYSTEMATISCHEN LÖTHROHR-ANALYSE

VON

J. HIRSCHWALD.







Hirschwaxld, JULIUS

Anleitung zur systematischen lothrohr-analyse fur chemiker, mineralogen und huttenleute. Zweite, ganzlich umgearbeitete auflage der "Lothrohr-tabellen". Leipzigk, Winter, 1891.

Pambacker, Lubber. gs.

Thomasboro.

8

Dr. C. B. Gibson

ANLEITUNG

ZUR

SYSTEMATISCHEN

LÖTHROHR-ANALYSE

FÜR

CHEMIKER, MINERALOGEN UND HÜTTENLEUTE

VON

DR. J. HIRSCHWALD

PROFESSOR DER MINERALOGIE UND VORSTEHER DES MINERALOGISCHEN INSTITUTS
AN DER KÖNIGL. TECHNISCHEN HOCHSCHULE BERLIN.

MIT EINER COLORIRTEN REACTIONSTAFEL UND IN DEN TEXT
EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

ZWEITE, GÄNZLICH UMGEARBEITETE AUFLAGE
DER „LÖTHROHR-TABELLEN".

LEIPZIG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1891.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die „Löthrohr-Tabellen“ haben während ihrer langjährigen Verwendung bei den praktischen Arbeiten im Laboratorium des mineralogischen Instituts mancherlei Verbesserungen erfahren, die sich sowohl auf den systematischen Untersuchungsgang, wie auf die einzelnen Reactionen erstrecken. Für die vorliegende Auflage wurde daher eine Neubearbeitung der Tabellen erforderlich, mit welcher zugleich eine Erweiterung der ursprünglichen Anlage des Buches, im Sinne des veränderten Titels, verbunden worden ist.

Beibehalten wurde auch in der neuen Bearbeitung die einheitliche Gestaltung des analytischen Ganges, da dieses System sich beim praktischen Gebrauch vollkommen bewährt hat. Auf die am häufigsten in Betracht kommenden Vereinfachungen der Untersuchung ist in den Anmerkungen hingewiesen, welche sich am Schluss der einzelnen Tabellen befinden.

Dem Untersuchungsgange ist eine Anleitung zur exacten Ausführung der einzelnen Operationen vorausgeschickt worden. Eine eingehende Erläuterung hat hierbei nament-

lich die Prüfung auf Flammenfärbung erfahren, unter Zugrundelegung einer Methode, welche für die Bestimmung der Alkalien und alkalischen Erden, auch bei gleichzeitiger Anwesenheit mehrerer dieser Bestandtheile, ein zuverlässiges Resultat gewährt.

Um den Erfolg der Untersuchung von der Geschicklichkeit des Praktikanten möglichst unabhängig zu machen, wurde die Verwendung schwieriger zu bewerkstelligender Reactionen für den allgemeinen Untersuchungsgang thunlichst vermieden. Ueberdies ist an Stelle der oft zeitraubenden Reduction der Borax- und Phosphorsalzperlen mittelst der blossen Löthrohrflamme, die Anwendung von Zinnchlorür eingeführt worden, dessen reducirende Wirkung fast augenblicklich und vollständig eintritt, ohne die eventuelle Durchsichtigkeit der Perlen zu beeinträchtigen.

Der Silicat-Untersuchung ist ein besonderer Abschnitt gewidmet worden. Da der pyrochemische Nachweis von Magnesia und Thonerde in kieselsauren Verbindungen meist unzuverlässig ist, so wurden an Stelle dessen, die für diese beiden Stoffe vortrefflichen mikrochemischen Reactionen in den Untersuchungsgang aufgenommen.

Ausser Berücksichtigung musste bei der systematischen Analyse der Nachweis von Be, Zr, Er, La, Ta, Th, Y, Os, Pd, Rh bleiben, da zuverlässige pyrochemische Reactionen für diese Elemente nicht bekannt sind.

Eine Erweiterung hat auch die tabellarische Zusammenstellung der Mineralien erfahren, deren Eintheilung nach den durch die Löthrohr-Analyse am leichtesten nachweisbaren metallischen resp. basischen Bestandtheilen durchgeführt ist. Die Angabe der in den einzelnen Species

auftretenden Nebenbestandtheile wird für den directen Nachweis derselben, einen erwünschten Anhalt gewähren.

Betreffs der für die Löthrohr-Analyse erforderlichen Utensilien verweise ich auf den von mir zusammengestellten Apparat, dessen einzelne Theile aus der dem Buche beigefügten Ankündigung ersichtlich sind.

Berlin, im December 1890.

J. Hirschwald.

Vorwort zur ersten Auflage.

Wenngleich an Löthrohrbüchern kein Mangel ist, so fehlt es doch an einer übersichtlich schematischen Anleitung für den Gang der Löthrohruntersuchungen, wie solche für die praktischen Arbeiten zweckdienlich erscheint. Die vorliegenden Tabellen, die mit Zugrundelegung von Plattner's „Probirkunst mit dem Löthrohr", ursprünglich für die bezüglichen Uebungen an der Königl. Gewerbe-Akademie bearbeitet worden waren, dürften deshalb auch weiteren Kreisen nicht unerwünscht sein.

Hinsichtlich des Unterrichts empfiehlt es sich, zunächst die Reactionen der Elemente nach Massgabe der einzelnen Tabellen ausführen zu lassen; alsdann zur systematischen Untersuchung einfacher Verbindungen überzugehen und endlich, mit Benutzung der dritten Columne (Nachweis in Verbindungen etc.), zusammengesetzte Stoffe, einschliesslich ihrer Nebenbestandtheile, untersuchen zu lassen.

Berlin, im Januar 1875.

D. V.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorwort.

Erster Theil.

I. Anleitung zur Ausführung der pyrochemischen Reactionen.

1) Allgemeine Regeln 3
2) Prüfung in der einseitig geschlossenen Glasröhre . . . 6
3) Prüfung in der offenen Glasröhre 8
4) Prüfung in der einseitig geschlossenen Glasröhre mit Reagentien 10
5) Prüfung auf Kohle 11
6) Prüfung im Borax- und Phosphorsalzglase 14
7) Prüfung auf Flammenfärbung 16

II. Die für den systematischen Gang der Löthrohr-Analyse zu verwendenden Reagentien 21

III. Uebersicht der Reactionen 23

Zweiter Theil.

Systematischer Gang der Löthrohr-Analyse.

I. Allgemeine Uebersicht des Untersuchungsganges . . 28

II. Tabellen zur systematischen Untersuchung:

Tab. I. Prüfung in der einseitig geschlossenen Glasröhre . 34
Tab. II. Prüfung in der offenen Glasröhre 42
Tab. III. Prüfung in der einseitig geschlossenen Glasröhre mit Reagentien 44
Tab. IV. Prüfung auf Kohle 50
Tab. V. Prüfung im Boraxglase 60
Tab. VI. Prüfung im Phosphorsalzglase 68
Tab. VII. Prüfung auf Flammenfärbung 74

Farbentafel zu den Reactionen der Metalle im Borax- und Phosphorsalzglase.

III. Anleitung zur Silicat-Untersuchung 81

Dritter Theil.

Tabellarische Uebersicht der Mineralien, mit Angabe ihrer wesentlichen Zusammensetzung und ihrer Nebenbestandtheile 93

Anhang.

Die wichtigsten quantitativen Löthrohrproben und ihre Beschickung 117

Register 126



Erster Theil.

I.

Anleitung

zur

Ausführung der pyrochemischen Reactionen.



Für die Ausführung der pyrochemischen Reactionen sind bestimmte Regeln geltend, deren genaue Befolgung nicht nur das Gelingen der einzelnen Reactionen erleichtert, sondern in vielen Fällen auch ihre Zuverlässigkeit bedingt.

Der Anfänger wird daher, bevor er zur systematischen Analyse übergeht, sich mit den, in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen Untersuchungsmethoden, durch praktische Uebung vertraut zu machen haben.

1. Allgemeine Regeln.

Das Erhitzen der Proben geschieht theils mit der einfachen Gas- oder Spiritusflamme, wie bei den meisten Untersuchungen im Glasrohr, theils mit der durch das Löthrohr erzeugten Stichflamme. Letztere dient sowohl zur Erzielung höherer Temperaturgrade, als auch zur Oxydation und Reduction der Proben. Je nach der beabsichtigten Wirkung ist die Manipulation mit dem Löthrohr eine verschiedene*).

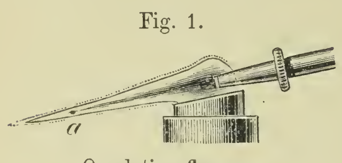
*) Als Brennmaterial verwendet man: Leuchtgas, ein Gemisch von Alkohol und Terpentinöl, Rüböl oder auch eine Stearinkerze mit starkem Docht.

Die Löthrohrlampe muss so eingerichtet sein, dass die Flamme eine flache Form erhält. Ich verwende mit Vortheil einen verstellbaren, niedrigen Gasbrenner, der die abwechselnde Benutzung der Heizflamme und der leuchtenden Löthrohrflamme gestattet. Dieser Brenner wird nach meiner Angabe von Robert Müncke in Berlin gefertigt.

Zur Hervorbringung guter Löthrohrflammen beachte man Folgendes:

a. **Oxydationsflamme.** Die Spitze des Löthrohrs wird unmittelbar über dem Lampendocht resp. der Ausströmungsöffnung des Gases, fast bis zur Mitte der Flamme in diese eingeführt (Fig. 1) und zwar so, dass der Luftstrom parallel der Ebene der flachen Flamme, als auch der Abschrägung des Dochtes bez. der Brennerröhre gerichtet ist, da anderenfalls eine unruhige und nicht gehörig scharf begrenzte Flamme entsteht.

Fig. 1.



Oxydationsflamme.

Die Oxydationsflamme muss in allen Theilen rein blau erscheinen und eine scharfe Spitze bilden. Der heisseste Punkt liegt unmittelbar vor dem inneren blauen Kegel, etwa bei a, Fig. 1. Behufs Erzielung einer kräftigen Oxydationswirkung hält man die Probe jedoch etwas ausserhalb der Flammenspitze, damit die Luft freien Zutritt erhält.

Führt man das Löthrohr weniger weit in die Flamme ein, so verlängert sich die Spitzflamme beträchtlich und in dieser Form dient dieselbe als einfache Heizflamme*).

b. **Reductionsflamme.** Man hält die Spitze des Löthrohrs etwa 1 cm über dem Docht resp. der Brennerröhre und zwar ausserhalb der Flamme (Fig. 2). Der Luftstrom soll hierbei die Flamme ablenken, ohne in dieselbe einzudringen; man darf deshalb auch nicht so stark blasen, als dieses für die Oxydationsflamme erforderlich

---

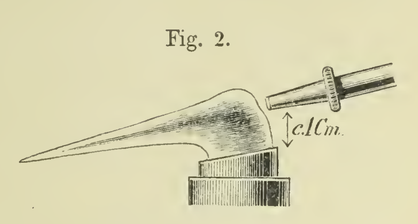
*) Das Blasen geschieht lediglich durch den Druck der Backenmuskeln auf die in der Mundhöhle eingeschlossene Luft.

Die erforderliche Fertigkeit zur Hervorbringung eines continuirlichen Luftstromes ist leicht zu erlangen, wenn man sich übt, bei geschlossenem Munde und aufgeblasenen Backen durch die Nase langsam aber hörbar zu athmen und während dessen das Löthrohr an den Mund setzt.

ist. Erleichtert wird die Operation durch Anwendung einer Löthrohrspitze mit nicht zu feiner Oeffnung.

Die Reductionsflamme muss in allen Theilen gelb gefärbt und leuchtend sein, dabei in eine scharfe, nicht aufrecht gebogene Spitze auslaufen. Die zu reducirende Probe wird, um den Luftzutritt zu verhindern, so weit in die Flammenspitze eingeführt, dass sie von dieser völlig umhüllt ist.

Fig. 2.



Reductionsflamme.

c. **Das Flattern.** Für gewisse Reactionen ist das Erhitzen mittelst einer fibrirenden oder flatternden Oxydationsflamme erforderlich. Man erhält die letztere, indem man den Luftstrom gegen die schräge Spitze des Dochtes oder der Brennerröhre richtet. Auch kann das eigentliche Flattern dadurch ersetzt werden, dass man den Luftstrom in kurzen Zwischenräumen unterbricht oder aber die Probe durch die Flamme langsam hin und her bewegt. In einem wie dem andern Falle erzielt man ein wiederholtes Anschmelzen bei niederer Temperatur, wodurch die Ausscheidung von Substanzen, welche im Schmelzfluss (Borax- und Phosphorsalzglas) gelöst waren, begünstigt wird.

Jede Reaction wird zunächst mit einer thunlichst kleinen Menge der Probesubstanz ausgeführt.

Man überzeugt sich auf diese Weise schnell und sicher, ob überhaupt eine Veränderung eintritt und erkennt mitunter Nebenbestandtheile, deren Vorhandensein bei Anwendung grösserer Substanzmengen übersehen werden kann. Gegebenen Falls vergrössert man alsdann die Probemenge und zwar um so mehr, wenn mit dem aus der Zersetzung sich ergebenden Restproduct noch weitere Untersuchungen ausgeführt werden sollen.

Eine grosse Zahl von Substanzen **decrepitirt** beim Erhitzen, was namentlich bei der Prüfung auf Kohle, so wie bei der Untersuchung auf Flammenfärbung störend wirkt. In solchem Falle lässt man eine, für die gesammte Untersuchung genügende Menge der Substanz bei gelinder Hitze im Glaskölbchen abknistern, oder man reibt die Probe in der Achatschale zu feinem Pulver.

Die **Mischung der Probe** mit Zuschlägen aller Art bewirkt man am besten mittelst der Messerklinge in der flachen Hand, ebenso wie das hier und da erforderliche Anfeuchten der Probe. Nur bei der Vorbereitung zur Prüfung auf Flammenfärbung ist dies nicht zulässig.

Den Arbeitsplatz bedeckt man mit einem am Rande aufgebogenen Blatte weissen Papiers, um herabfallende Körnchen leichter aufzufinden und dieselben vor Verunreinigung zu schützen. Eine Porzellanplatte mit napfartigen Vertiefungen dient zur Aufnahme der Proben, Reagentien etc. während der Arbeit.

Da die Untersuchung im allgemeinen mit kleinen Substanzmengen ausgeführt wird, so empfiehlt sich die Anwendung einer **Lupe** zur Beurtheilung der eingetretenen Reactionen.

2. Die Prüfung in der einseitig geschlossenen Glasröhre.

(Tab. I. pag. 34.)

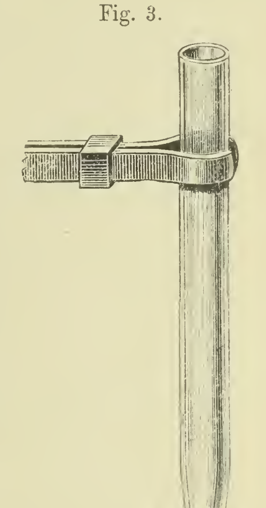
Das Erhitzen der Probesubstanz im einseitig geschlossenen Glasrohr dient zur Beobachtung der Zersetzung, welche gewisse Verbindungen bei hoher Temperatur, **unter Abschluss der Luft**, erleiden. Es ist daher erforderlich, die Röhre möglichst eng zu wählen, damit eine Oxydationswirkung vermieden wird. Am geeignetsten sind Röhren, welche bei gewöhnlicher Glasstärke etwa 7 mm äusseren Durchmesser haben. Die Länge betrage 11 cm, doch kann

man für die meisten Proben kürzere Röhren verwenden, wenn man sich eines Halters wie in Fig. 3 bedient.

Um auch bei Anwendung geringer Substanzmengen deutliche Sublimate zu erhalten, muss die Röhre spitz ausgezogen sein.

Vor dem Einschütten der Probe trockne man die Röhre gut aus, damit an den Wandungen keine Substanztheilchen haften bleiben, was die Beobachtung der Sublimate erschweren würde.

Fig. 3.



Das Erhitzen wird zunächst mit der gewöhnlichen Lampenflamme, unter allmählicher Steigerung der Temperatur ausgeführt; alsdann mit Hülfe des Löthrohrs fortgesetzt.

Zu achten ist darauf, dass die Röhre nur so weit als sie von der Probe erfüllt ist, in die Flamme gebracht werde, da die Sublimate um so deutlicher erscheinen, je weniger heiss der Röhrentheil unmittelbar über der Probe wird.

Die allmähliche Steigerung der Temperatur hat den Zweck, Sublimationsproducte von verschiedener Flüchtigkeit nach einander zur Entwicklung gelangen zu lassen, was namentlich bei zusammengesetzten Schwefel-, Arsen-, Antimonverbindungen von Bedeutung ist.

Man verfährt dabei so, dass man die Röhre, ohne sie vorzuwärmen, direct in die Flamme bringt, darin jedoch nur so lange lässt, bis die ersten Spuren einer Reaction eintreten. Nach Feststellung des Resultates wird die Erhitzung fortgesetzt und behufs erneuter Untersuchung jedesmal unterbrochen, sobald eine Aenderung der Reactionserscheinung eintritt.

Ein Zerspringen der Glasröhren findet hierbei nur selten statt, vorausgesetzt, dass die Röhren die angegebene Stärke nicht überschreiten und sorgfältig ausgezogen worden sind.

Vor dem Erhitzen führt man in den oberen Theil der Röhre einen befeuchteten Streifen blauen **Lackmuspapiers** ein, um die Entwicklung geringer Säuremengen sicherer constatiren zu können.

Erwies sich die Substanz, welche zunächst in kleiner Menge verwendet wird, bei der vorstehenden Prüfung zersetzbar, so vermehrt man die Probemenge so weit, dass das Restproduct für den ganzen Untersuchungsgang ausreichend ist. Auch unzersetzbare, aber decrepitirende Substanzen kann man hierbei gleich in genügender Menge abknistern lassen.

Uebungsbeispiele: a) Kupfervitriol, Unterschwefelsaures Natrium, Chlorsaures Kalium, Alaun, Salpeter, Schwefelsaures Ammonium, Oxalsaures Kalium, Ferrocyankalium, Weinsteinsaures Kalium. Chlorblei, Eisenoxyd.
b) Eisenkies, Realgar, Antimonglanz, Arsenkies, Zinnober, Zinkamalgam.

3. Die Prüfung in der offenen Glasröhre. (Röstprobe.)

(Tab. II. pag. 42.)

Zur Beobachtung der ev. weiteren Zersetzung, welche die in der geschlossenen Glasröhre erhitzte Substanz, **unter dem oxydirenden Einfluss der Luft,** bei hoher Temperatur erleidet, dient die Untersuchung in der beiderseits offenen Glasröhre.

Um einen hinlänglich starken Luftstrom zu erzeugen, sei die Röhre mindestens 13 cm lang; der äussere Durchmesser betrage, bei gewöhnlicher Glasstärke, etwa 8 mm.

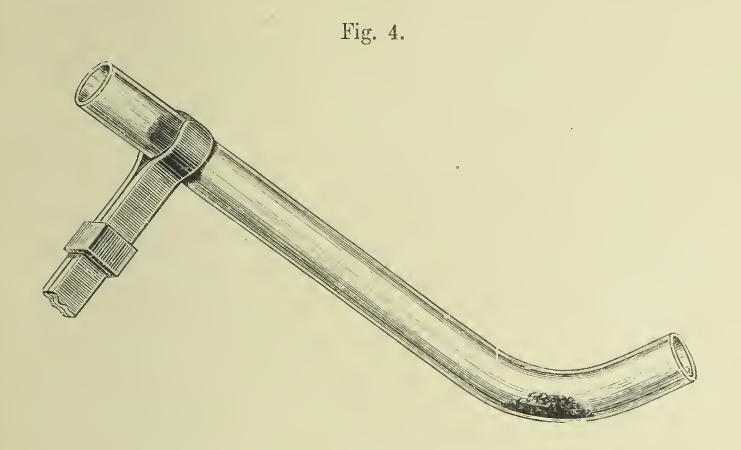
In das obere Ende der Röhre führt man auch hier einen angefeuchteten Streifen blauen Lackmuspapiers ein.

Die gröblich zerkleinerte Probe wird mit Hülfe eines Drahtes, in das untere Ende der Röhre eingeschoben und zunächst, bei horizontal gehaltener Röhre, über freiem Feuer so lange erhitzt, bis die Substanz angesintert ist, wo-

durch ein Herausfallen der Probe beim Neigen der Röhre verhindert wird. Alsdann hält man die Röhre möglichst steil, damit der hierdurch entstehende starke Luftstrom eine vollkommene Röstung bewirken kann und erhitzt, ev. unter Zuhülfenahme des Löthrohres, bis zur Rothgluth.

Bedingung für eine vollständige Abröstung der Schwefel-, Arsen-, Antimonverbindungen ist es, dass die Temperatur

Fig. 4.



nicht bis zur Schmelzung der Probe gesteigert wird. Bei sehr leicht schmelzenden Substanzen wird sich dies aber nicht immer vermeiden lassen und um hierbei das Herausfliessen der Probe zu verhindern, gibt man der Röströhre unten eine kleine Biegung. Fig. 4.

Trat bei der vorstehenden Untersuchung eine Zersetzung ein, so vermehrt man die Probemenge so weit, dass das abgeröstete Product für den ganzen Untersuchungsgang ausreichend ist.

Uebungsbeispiele: Bleiglanz, Arsenkies, Antimonglanz Selenblei.

4. Die Prüfung in der einseitig geschlossenen Glasröhre, unter Anwendung von Reagentien.

(Tab. III. pag. 44.)

Die gepulverte Probe wird mit dem anzuwendenden Reagens gut gemischt und das Gemenge in die vorher ausgetrocknete Glasröhre geschüttet, wobei darauf zu achten ist, dass die Röhre oberhalb der Probe frei von anhängenden Substanztheilchen bleibt. Man benutzt hierbei die Fig. 3 pag. 7 gezeichnete Röhrenform.

Das Erhitzen geschieht ohne Unterbrechung bis zur Rothgluth ev. unter Zuhülfenahme des Löthrohrs.

Nur für die Prüfung auf Kohlensäure ist es erforderlich das Reagens (Saures Kaliumsulfat) vorher zu schmelzen und die Probe in den klaren Schmelzfluss einzutragen, wobei die Entwicklung von Kohlensäure deutlich wahrnehmbar wird.

Die zur Verwendung kommenden Reagentien sind folgende:

1. **Saures Kaliumsulfat.** Beim Schmelzen zerfällt dieses Salz in Kaliumsulfat und freie Schwefelsäure, welche letztere sowohl Haloïde als flüchtige Säuren aus ihren Verbindungen austreibt.

Behufs Erkennung von Fluorwasserstoffsäure fügt man in das obere Ende der Röhre einen angefeuchteten Streifen Fernambukpapier. Ein mit Eisenvitriollösung getränkter Papierstreifen dient in gleicher Weise zum Nachweis von salpetersauren und salpetrigsauren Dämpfen, sowie Stärkemehlpapier zur Erkennung von Jod- und Bromdämpfen.

2. **Neutrales oxalsaures Kalium** verwendet man zur Prüfung auf Ammoniak und Schwefelsäure, resp. kleiner Mengen von Schwefel. Man erhitzt das Gemenge zunächst mässig zur Entfernung des Wassers, später stärker und zwar bis zur Rothgluth.

Sämmtliche Ammoniumsalze geben hierbei Ammoniak ab; die Sulfate und Sulfide entwickeln Schwefelwasserstoff

ev. nach dem Befeuchten mit Wasser. Auch kann man die Spitze der Glasröhre mit der heissen Schmelze auf einem befeuchteten Silberblech zertrümmern und erhält alsdann, selbst bei geringfügiger Menge von gebildetem Schwefelkalium, deutliche Hepar-Reaction. Die Ausführung dieser Methode ist bequemer als die sonst übliche mit Soda auf Kohle.

3. **Metallisches Magnesium** wird in Form 2—3 mm grosser Drahtstückchen oder Blechschnitzel zur Prüfung auf Phosphorsäure verwendet.

Zu achten ist darauf, dass das Magnesiummetall von der fein gepulverten Probe vollständig umhüllt wird. Sobald das Metall beim Erhitzen der Röhre aufglüht, ist die Reaction beendet und es wird nunmehr die heisse Röhrenspitze in einem mit Wasser gefüllten Uhrschälchen abgeschreckt, wobei sich ev. nach einiger Zeit das durch den Geruch leicht kenntliche Phosphorwasserstoffgas entwickelt. Auch bei geringem Phosphorsäuregehalt gibt diese Methode noch vortreffliche Resultate.

4. **Antimonsaures Kalium,** dient zur Erkennung, selbst kleiner Mengen von Kohlenstoff.

Die Schmelze wird in warmem Wasser gelöst und behufs Zersetzung des gebildeten kohlensauren Kaliums, ein Tropfen Salpetersäure hinzugefügt.

Uebungsbeispiele: Chlornatrium, Jodkalium, Flussspath, Essigsaures Natrium, Chromsaures Kalium, Phosphorsaures Natrium, Schwefelsaures Ammonium.

5. Die Prüfung auf Kohle.

(Tab. IV. pag. 50.)

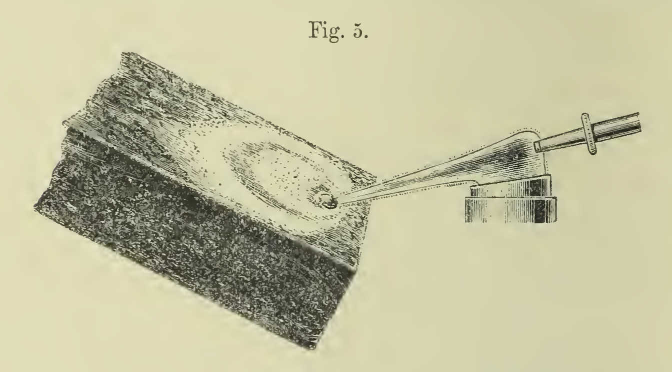
Die Behandlung der Probesubstanz auf Kohle ermöglicht eine wichtige Trennung der Metalle und eines Theils der Metalloïde in einzelne Gruppen.

Bei schwachem Erhitzen verflüchtigen sich aus den betreffenden Verbindungen vorzugsweise Schwefel, Antimon, Arsen, Selen und Tellur und geben zum Theil charakteristische Beschläge.

Steigert man die Temperatur, so entstehen daneben die Oxydbeschläge von Blei, Wismuth, Kadmium, Zink und Zinn, welche Metalle, nebst den vorgenannten, nahezu vollständig aus ihren Verbindungen zu verflüchtigen sind, während Kupfer, Silber, Gold in Form eines Metallkornes, Eisen, Kobalt, Nickel, Wolfram, Mangan, Chrom, Platin, Iridium, als eine mehr oder weniger unschmelzbare, metallische Masse zurückbleiben.

Zu dieser Untersuchung verwendet man in der

Fig. 5.



Regel den bei der Prüfung im offenen Glasrohr (Tab. II) erhaltenen Röstrückstand, da es wünschenswerth ist, dass die Substanz bereits grösstentheils von einem etwaigen Gehalt an Schwefel, Arsen und Antimon befreit ist.

Die Probe wird nahe dem Rande der Kohle, auf die glatt geschabte Fläche derselben gelegt. Allenfalls ist eine kleine Vertiefung für die Probe gestattet, nicht grösser als diese; niemals aber eine tiefere Grube, an deren steiler Wandung der Metalldampf in die Höhe wirbelt, ohne die Kohle genügend zu beschlagen. Besonders für den Nachweis kleiner Mengen flüchtiger Metalle ist dies wohl zu beachten *).

---

*) Die am besten aus Kiefernholz dargestellte Kohle muss gut ausgebrannt und möglichst homogen sein, dabei enge Jahresringe zeigen. Die Oberfläche des mit der Säge geschnittenen Stückes wird nöthigenfalls mit dem Messer glatt geschabt. Es gibt kein anderes Material,

Man hält die Kohle, etwa unter 45 Grad geneigt, so gegen die Spitzflamme, dass der durch die Flamme fortgetriebene Metalldampf von einer grösseren Kohlenfläche aufgefangen werden kann (Fig. 5).

Zur Erzielung guter Metalloxydbeschläge verwendet man im allgemeinen eine scharfe Oxydationsflamme, welche die Kohle jedoch nur unmittelbar um die Probe herum zum Glühen bringen darf. Vermuthet man aber einen Zink- oder Zinngehalt in der Substanz, so ist, wegen der geringen Flüchtigkeit der betreffenden Oxyde, die Anwendung einer guten Reductionsflamme geboten.

Oxydische und kieselreiche Zink- und Zinnerze, welche mit der blossen Flamme schwer reducirbar sind, werden gepulvert und mit einer reichlichen Menge von Oxalsaurem Kalium oder Ameisensaurem Natrium gemischt, auf Kohle eingeschmolzen. Aus der Schmelze kann alsdann das reducirte Metall ausgeschlemmt und auf Kohle, zur Erzielung des Metalloxydbeschlages erhitzt werden. Will man den erhaltenen Beschlag des weiteren auf Zink oder Zinn prüfen, so wird derselbe mit einer verdünnten Lösung von Salpetersaurem Kobalt befeuchtet und die Probe nochmals mit der Spitzflamme so stark erhitzt, dass auch der Beschlag wieder auf kurze Zeit rothglühend wird. Die charakteristische Färbung tritt alsdann nach dem Erkalten hervor und es erscheint der Beschlag von Zinkoxyd hell gelbgrün, der von Zinnoxyd, unmittelbar neben der Probe, blaugrün.

Enthielt der basische Bestandtheil der Verbindung nur flüchtige Metalle, so gelingt es auch, die Probe auf Kohle vollständig zu verflüchtigen, vorausgesetzt, dass man es nicht mit einer kieselsauren oder metallsauren Verbindung zu thun hat.

---

welches die Holzkohle für den vorliegenden Zweck vollständig ersetzen könnte. Am ehesten geeignet erscheint hierzu noch die aus Kohlenpulver und einem Bindemittel (Stärkekleister) hergestellte Kohle. Aber dieselbe verbrennt sehr schnell und gibt zu viel Asche. Noch weniger entspricht aber das in neuerer Zeit mehrfach empfohlene Aluminiumblech den Anforderungen. Abgesehen von anderen Unzulänglichkeiten, erhält man bei geringen Beimengungen flüchtiger Metalle, die auf Kohle noch sehr deutlich erkennbar sind, auf Aluminiumblech gar keine Reaction.

Ein **unveränderlicher Rückstand** enthält die nicht flüchtigen Metalle, die Erdalkalien und metallischen Erden und wird des weiteren im Borax- und Phosphorsalzglase, bez. auf Flammenfärbung geprüft.

Da die Kohle an der geglühten Stelle einen weissen oder röthlichgelben Aschenrückstand hinterlässt, so hat man sich vor der Verwechselung dieser Erscheinung mit schwachen Metallbeschlägen zu hüten. Letztere haften aber ziemlich fest auf der Kohle und sind deshalb nicht so leicht fort zu blasen als die Kohlenasche, welche sich überdies auch durch ihre lockere Beschaffenheit von den dichteren Metallbeschlägen unterscheidet.

Uebungsbeispiele: **Bleiglanz, Wismuth, Zink, Zinn, Selenblei, Molybdänsaures Ammonium, Antimonglanz, Arseneisen, Kupferkies, Eisenkies, Silberglanz.**

6. Die Prüfung im Borax- und Phosphorsalzglase.

(Tab. V und VI. pag. 60 u. 68.)

Im **Borax- und Phosphorsalzglase** werden die nicht flüchtigen Metalloxyde geprüft, welche sich darin bez. als borsaure oder phosphorsaure Metalle, mit charakteristischer Färbung auflösen.

Die dieser Prüfung zu unterziehende Substanz muss vorher von den Metalloïden und flüchtigen Metallen befreit sein; man verwendet deshalb hierzu am besten **den auf Kohle erhaltenen Rückstand.**

Zum Anschmelzen der Perle benutzt man Platindraht von der Stärke eines Pferdehaares und biegt denselben in Form einer kreisrunden Oese von 3 mm Durchmesser. Stärkerer Draht entzieht der Flamme zu viel Wärme und erschwert deshalb die Untersuchung; auch bewirkt er, dass die Perle beim Erkalten Sprünge bekommt.

Die Prüfung wird derartig ausgeführt, dass die farblose, klare Borax- oder Phosphorsalzperle mit kleinen Partikelchen der Substanz **nach und nach** gesättigt wird, wobei für die **verschiedenen Sättigungsstufen** jedesmal die Färbung in der Hitze und nach dem Erkalten, im durchfallenden Licht zu beobachten ist. Am besten bedient man sich hierbei der Lupe.

Bei zusammengesetzten Verbindungen nimmt man oftmals nach dem ersten Einschmelzen kleinster Mengen der Substanz Farbennuancen wahr, welche bei stärkerer Sättigung vollständig verschwinden. Es darf deshalb die Perle niemals von vorneherein stark gefärbt werden und auch später nicht so intensiv, dass die Schmelze undurchsichtig wird.

Im allgemeinen sind die Farben im Boraxglase dunkler und weniger rein als im Phosphorsalzglase, weshalb namentlich bei zusammengesetzten Verbindungen, wo es sich um Beurtheilung der Mischfarben handelt, nicht verabsäumt werden darf, auch die Prüfung mit Phosphorsalz auszuführen.

Nachdem die Perle im **Oxydationsfeuer** genügend gesättigt worden ist, wird sie mit der **Reductionsflamme** behandelt, welche die Perle gänzlich umhüllen muss, um den oxydirenden Einfluss der Luft zu verhindern. Da die vollkommene Reduction der Perlen aber eine gewisse Uebung erfordert und überdies oft zeitraubend ist, so empfiehlt es sich, der Perle am Platindraht ein kleines Körnchen **Zinnchlorür** zuzusetzen und mit der Oxydationsflamme einzuschmelzen. Das Zinn oxydirt sich hierbei auf Kosten des Sauerstoffgehaltes der Perle und die Reduction ist stets augenblicklich auf das Vollständigste bewirkt. Man verfährt dabei am besten so, dass man das Zinnchlorür mit einer Seite der heissen Perle aufnimmt und nunmehr die Oxydationsflamme auf die **andere** Seite der Perle wirken lässt, damit das Zinn nicht direct durch die Flamme oxydirt wird.

Durch diese Methode haben die betreffenden Reactionen an Bequemlichkeit der Ausführung und Zuverlässigkeit ausserordentlich gewonnen; nur hüte man sich, namentlich dem Boraxglase einen zu grossen Ueberschuss von Zinnchlorür zuzusetzen, damit die Perle nicht trübe wird. Die ältere, umständlichere Art der Reduction mit metallischem Zinn auf Kohle, wird bei Anwendung von Zinnchlorür vollständig entbehrlich.

Gewisse Metalle wie z. B. **Mangan, Kupfer, Nickel,** welche die Oxydationsperle stark färben, geben nach der Reduction, entweder nur in der Hitze oder auch nach dem Erkalten, **völlig farblose** Perlen. Eliminirt man daher jene Farben durch Reduction, so vermag man gleichzeitig die Anwesenheit anderer färbenden Metalle in der Perle zu erkennen, wovon bei der Untersuchung zusammengesetzter Verbindungen vielfach Gebrauch gemacht wird.

Zur leichteren Orientirung über die betreffenden Farbenreactionen bediene man sich der beigegebenen colorirten Tafel.

Die **alkalischen Erden,** ferner **Zirkonerde, Titansäure etc.** geben mit Borax, bei gewissen Sättigungsgraden ein klares Glas. Dasselbe trübt sich aber, wenn es aufs neue schwach erwärmt wird, falls es für diese niedere Temperatur übersättigt war. Man kann diese Erscheinung hervorrufen durch sog. **Flattern** der Perle oder indem man dieselbe abwechselnd hastig anbläst (siehe pag. 5).

Uebungsbeispiele: Eisenoxyd, Kupferoxyd, Gemenge von Eisenoxyd und Kupferoxyd, Braunstein, Gemenge von Braunstein und Eisenoxyd, Schwefelsaures Nickel, Salpetersaures Kobalt, Titansäure, Gemenge von Titansäure und Eisenoxyd, Kalkspath, Magnesit, Schwerspath, Natrolith, Feldspath.

7. Die Prüfung auf Flammenfärbung.

(Tab. VII. pag. 74.)

Keine der Löthrohr-Reactionen erfordert eine so sorgfältige Behandlung als die Prüfung auf Flammenfärbung. Führt man die Untersuchung aber in exacter Weise aus, dann liefert dieselbe auch, selbst bei Gegenwart mehrerer färbenden Stoffe, äusserst zuverlässige Resultate und gestattet in vielen Fällen der Nachweis geringster Beimengungen. Zu beachten ist Folgendes:

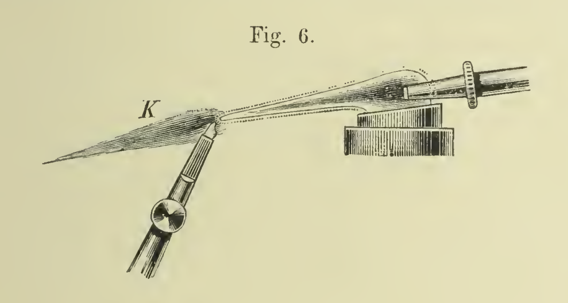
1. **Die Flamme** muss eine $2^1/_2$ bis höchstens 3 cm lange, sehr scharfe und rein blaue Oxydationsflamme sein, wie man sie erhält, wenn man die Spitze des Löthrohrs unmittelbar über dem Docht resp. der Ausströmungsöffnung

des Gases, etwa bis zur Mitte in die Flamme einführt (Fig. 6). Die Flamme zeigt dann einen inneren, intensiv blau gefärbten, spitzen Kegel („Kernflamme") und rings um denselben einen weniger leuchtenden Saum („Saumflamme"), der wiederum von einer matt violetten Hülle umgeben ist.

Für die nachstehend beschriebene Methode der Prüfung kommen in Betracht:

a. **Die Spitzflamme.** **Der Reactionsraum liegt hier unmittelbar vor der Spitze der Kernflamme.**

Fig. 6.



Bringt man die Probe in diesen Theil der Flamme, so entsteht bei Gegenwart flammenfärbender Bestandtheile, **vor der eigentlichen Löthrohrflamme** ein mehr oder weniger leuchtender **„Flammenkegel"** *K* Fig. 6, dessen Länge und Breite abhängig ist von der Flüchtigkeit des verdampfenden Stoffes.

b. **Die Saumflamme.** **Der Reactionsraum befindet sich am äusseren Rande der Flamme, ungefähr 3 mm hinter der Spitze der Kernflamme,** bei *S* Fig. 7.

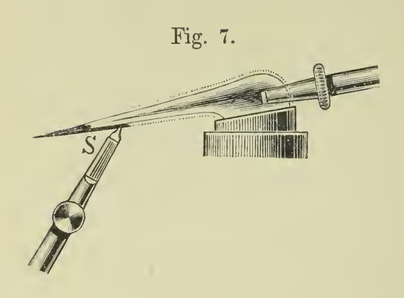
Wir unterscheiden:

Aeussere Saumflamme, deren wirksamer Theil auf der Grenze der Saumflamme und der matt violetten Hülle liegt; **Innere Saumflamme** d. i. der Flammentheil nahe der Grenze der blauen Kernflamme.

Die Saumflamme gibt bei Gegenwart mehrerer färbenden Bestandtheile stets die sichersten Resultate. Die Reaction

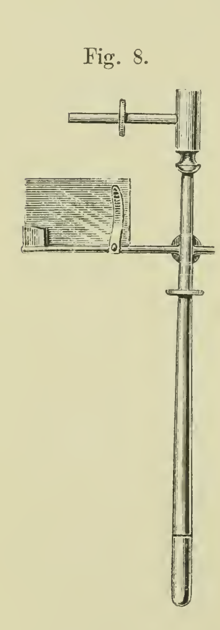
erscheint in Form eines **schmalen Farbenstreifens,** und es zeigt der äussere Saum die Farbe des flüchtigeren Stoffes, der innere Saum die des weniger flüchtigen. Auf diese Weise lässt sich, selbst in schwer schmelzbaren Silicaten, deutlich erkennen: Kalk neben Natron, Kali neben Kalk, Lithion neben Natron bez. Kali, Phosphorsäure neben Kalk etc.

Fig. 7.



Ist der flüchtigere von beiden Stoffen nur in geringer Menge in der Verbindung vorhanden, so färbt er für sich allein die Saumflamme nur in dem Moment, wo man den äusseren Saum mit der Spitze der Probe berührt d. h. also nur so lange, als die Erhitzung zur Verdampfung des schwerer flüchtigen Stoffes noch nicht ausreicht. Zur Hervorrufung der Reaction muss man daher immer wieder auf's neue den Saum der Flamme mit der Probe berühren.

Fig. 8.



Gewisse Flammenfärbungen treten intensiver auf, wenn die Probe mit **Salzsäure** oder **Schwefelsäure** befeuchtet wird. Die Säure muss jedoch nach jedesmaligem Verdampfen wieder erneuert werden.

Eine sehr empfehlenswerthe Methode, selbst bei schwerschmelzbaren **Silicaten** ohne Aufschlussmittel deutliche Flammenfärbung zu erhalten, besteht darin, den feinen Splitter der Probe wenige Sekunden mit der Spitzflamme zu erhitzen und dann schnell an dem Saum

der Flamme nach rückwärts zu führen. Orthoklas und selbst Leucit geben auf diese Weise sehr deutliche Kalifärbung, vorausgesetzt, dass nur die **äusserste Spitze** des feinen Splitters in die Saumflamme gebracht wird.

Hat man in leicht schmelzbaren Verbindungen, z. B. in Alkalisalzen, mehrere färbende Bestandtheile nachzuweisen und ergiebt die Prüfung in der Saumflamme keine getrennten Farbenstreifen, so erhitzt man mit der Spitzflamme und betrachtet die Färbung mittelst des Kobaltglases resp. des grünen Kupfereisenglases.

Zu diesem Zweck kann das Löthrohr mit einem kleinen Träger, zur Aufnahme des Glases, versehen werden. Fig. 8.

Man stellt das Löthrohr so ein, dass man die Spitzflamme mit dem linken Auge direkt, mit dem rechten Auge dagegen durch das gefärbte Glas betrachten kann. Nach einigen Versuchen wird man leicht die erforderliche Stellung herausfinden.

2. **Die Probesubstanz** wird je nach dem Grade ihrer Schmelzbarkeit verschieden vorgerichtet.

Sehr leicht schmelzbare Substanzen (Alkalisalze etc.) schmilzt man an das Oehr eines feinen Platindrahtes, jedoch so, dass ein wenig von der Probe über den Draht hinausragt, damit man nicht genöthigt ist, den Platindraht selbst in die Flamme zu bringen.

Ebenso kann man **decrepitirende** Substanzen behandeln, nachdem man sie fein gepulvert und mit Wasser befeuchtet hat.

Bei schwer schmelzbaren Substanzen (Silicaten etc.) wählt man aus der zerkleinerten Probe einen etwa **3 mm langen, dünnen und möglichst spitzen Splitter** aus und fasst denselben mit der Platinpincette so, dass etwa die Hälfte des Splitters aus der Pincette hervorsteht.

Nur die äusserste feine Spitze des Splitters darf in die Flamme gebracht werden. Beachtet man diese Vorschrift nicht, dann ist, namentlich bei Prüfung von Silicaten in der Saumflamme, ein zuverlässiges Resultat **nicht** zu erwarten. (Näheres über Flammenfärbung durch Silicate siehe in dem Capitel über Silicat-Untersuchung).

Decrepitirt die Substanz, so wird das angefeuchtete Pulver auf Platinblech zu einem dünnen Scheibchen zusammen gefrittet und alsdann mit der Pincette aufgenommen.

Die Untersuchung der Flammenfärbung wird am besten in einem etwas dunklen Zimmer ausgeführt oder doch so, dass man sich mit dem Rücken gegen das Fenster setzt. Auch empfiehlt es sich, unter die Lampe einen Bogen schwarzen Papiers zu legen.

Uebungsbeispiele: Natrolith, Kalkspath, Kalifeldspath, Lithionglimmer, Strontianit, Schwerspath, Phosphorit, Borsäure, Molybdänglanz, Chlorkupfer.

II. Die für den systematischen Gang der Löthrohr-Analyse zu verwendenden Reagentien.

1. **Saures Kaliumsulfat.** Zum Nachweis von Chlor, Chlorsäure, Jod, Jodsäure (unter Zus. v. Eisenvitriol), Brom, Bromsäure, Fluor, Salpetersäure, Salpetrige Säure, Schweflige Säure, Chromsäure (nach Zus. von Chlornatrium), Essigsäure, Cyansäure, Cyanwasserstoffsäure, Kohlensäure. Tab. III, 1 bis 13. pag. 44.
2. **Neutrales oxalsaures Kalium.** Zur Erkennung von Ammoniak, Schwefelsäure, Schweflige Säure und geringer Mengen von Schwefel. Tab. III, 14—15. pag. 46.
3. **Metallisches Magnesium.** Zur Prüfung auf Phosphorsäure. Tab. III, 16. pag. 46.
4. **Antimonsaures Kalium.** Zum Nachweis geringer Mengen von Kohlenstoff. Tab. III, 18. pag. 48.
5. **Borsäure.** Zur Aufnahme der flüchtigen Metalloxyde bei Prüfung zusammengesetzter Verbindungen auf Kohle. Tab. IV, 2. Anmerkg. pag. 51.
6. **Gemenge von Jodkalium und Schwefel.** Zum Nachweis von Wismuth bei der Prüfung auf Kohle. Tab. IV, 4. Anmerkg. pag. 53.
7. **Borax (Saures borsaures Natrium).** Zum Nachweis von Eisen, Chrom, Kupfer, Mangan, Nickel, Kobalt, Uran, Cer, Wolfram, Titan, Molybdän und Vanadin. Tab. V, 1 bis 12. pag. 60. Unter Umständen auch zur Prüfung auf Erden. Tab. V, 18 bis 20. pag. 67.
8. **Phosphorsalz (Ammonium-Natriumphosphat).** Wie Borax. Tab. VI. pag. 68. Ueberdies auch zum Nachweis von Didym und Niob und unter Umständen zur Erkennung der Kieselsäure in Silicaten. pag. 82.
9. **Zinnchlorür.** Als Reductionsmittel für Borax- und Phosphorsalzperlen. Tab. V und VI. pag. 60 und 68.
10. **Soda.** Zum Nachweis geringer Mengen von Mangan. Tab. V, Anm. 4. pag. 63. Als Reductionsmittel, Tab. IV,

Anm. 7 u. 9. pag. 53, sowie zum Aufschliessen der Silicate. pag. 89.

11. **Salpetersaures Kobalt.** Zur Unterscheidung des Zink- und Zinnoxydbeschlages auf Kohle. Tab. IV, 6, 7. pag. 52, 54; ferner in besonderen Fällen zum Nachweis von Thonerde und Magnesia, sowie zur Prüfung auf Kieselsäure in der Sodaschmelze. pag. 82.
12. **Kupferoxyd.** Zur Prüfung auf Chlor bei Untersuchung der Flammenfärbung. Tab. VII, 9. pag. 78.
13. **Flussspath und Gyps.** Zum Aufschluss der Silicate bei der Untersuchung auf Flammenfärbung. pag. 85.
14. **Salzsäure** resp. **Chlorsilber.** Zur Prüfung auf Kalk, Lithion, Strontian und Baryt bei der Untersuchung auf Flammenfärbung. Tab. VII, 2, 4, 5, 6. pag. 75 u. f.
15. **Schwefelsäure.** Zur Prüfung auf Natron, Phosphorsäure und Borsäure bei der Untersuchung auf Flammenfärbung. Tab. VII, 1, 7, 8. pag. 75 u. f.
16. **Fernambukpapier.** Zum Nachweis von Fluor. Tab. III. Anm. 5. pag. 45.
17. **Stärkemehlpapier.** Zum Nachweis von Jod und Brom. Tab. III. Anm. 3 u. 4. pag. 45.
18. **Eisenvitriolpapier.** Zum Nachweis von Salpetersäure und Salpetriger Säure. Tab. III. Anm. 6. pag. 45.
19. **Blaues Lackmuspapier.** Zur Erkennung saurer Gase. Tab. I und II. pag. 34 u. 42.

Zur Ausführung der in den systematischen Untersuchungsgang aufgenommenen **mikrochemischen Reactionen**, pag. 89, sind folgende Reagentien erforderlich:

1. Zum Nachweis von Magnesia: **Phosphorsalz, Chlorammonium und Ammoniak.**
2. Zum Nachweis von Thonerde: **Cäsiumchlorid.**
3. Zum Nachweis von Kali: **Platinchlorid.**
4. Zum Nachweis von Kalk: **Schwefelsäure.**

III. Uebersicht der Reactionen.

1. **Aluminium** a) Färbung mit Kobaltsolution (z. Th.) Tab. IV, B. Anm. 25, pag. 59.
   b) Mikrochemische Reaction mittelst Cäsiumchlorid, pag. 90.
2. **Antimon** . a) Sublimat in der Glasröhre. Tab. I, 22, pag. 38 und Tab. II, 3, pag. 42.
   b) Beschlag auf Kohle. Tab. IV, 2, pag. 50.
3. **Arsen** . . a) Sublimat in der Glasröhre. Tab. I, 23, pag. 38 und Tab. II, 2, pag. 42.
   b) Beschlag auf Kohle. Tab. IV, 1, pag. 50.
4. **Baryum** . . Flammenfärbung. Tab. VII, 6, pag. 78.
   Abscheidung auf Kohle siehe Tab. IV, B, 2, pag. 58.
5. **Beryll** . . Zuverlässige Reaction fehlt.
   Abscheidung auf Kohle siehe Tab. IV, B, 2, pag. 58.
   Verhalten im Boraxglase Tab. V, 20, pag. 67.
6. **Blei** . . . Beschlag auf Kohle. Tab. IV, 3, pag. 52.
7. **Bor** (bez. Borsäure) Flammenfärbung. Tab. VII, 8, pag. 78.
8. **Brom** . . . a) Brom-Dämpfe beim Erhitzen im Glasrohr. Tab. I, 10, pag. 36.
   b) Desgl. mit Saurem Kaliumsulfat. Tab. III, 4, pag. 44.
   c) Flammenfärbung. Tab. VII, 9, pag. 78.
9. **Cadmium** . Beschlag auf Kohle. Tab. IV, 5, pag. 52.
10. **Cäsium** . . Flammenfärbung. Tab. VII, 3, pag. 77; doch ist eine strenge Unterscheidung von Kalium nicht möglich.
11. **Calcium** . . a) Flammenfärbung. Tab. VII, 2, pag. 74.
    b) Verhalten im Boraxglase. Tab. V, 18, pag. 67.
12. **Cer** . . . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 8, pag. 64.
    b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 13, pag. 70.
13. **Chlor** . . . a) Chlorgas beim Erhitzen im Glasrohr. Tab. I, 10, pag. 36.
    b) Salzsaure bez. Unterchlorsaure Dämpfe mit saurem Kaliumsulfat. Tab. III, 1 und 2, pag. 44.
    c) Flammenfärbung. Tab. VII, 9, pag. 78.
14. **Chrom** . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 2, pag. 60.
    b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 2, pag. 68,
    c) Chromsäure-Dämpfe mit saurem Kaliumsulfat ev. unter Zusatz von Chlornatrium. Tab. III, 12, pag 46.
    Abscheidung auf Kohle siehe Tab. IV, B, 1, pag. 56.

15. **Didym** . . Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 12, pag. 70, doch ist die Reaction für zusammengesetzte Verbindungen nicht zuverlässig.

16. **Eisen** . . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 1, pag. 60.
b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 1, pag. 68.
c) Reduction auf Kohle siehe Tab. IV, B, 1, pag. 56.

17. **Erbium** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

18. **Fluor** . . . a) Fluorwasserstoff beim Erhitzen im Glasrohr. Tab. I, 7, pag. 34.
b) Desgl. mit saurem Kaliumsulfat oder Phosphorsalz. Tab. III, 5, pag. 44.

19. **Gallium** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

20. **Gold** . . . Reduction auf Kohle und Behandlung des Metallkornes auf der Knochenasch-Kapelle. Tab. IV, B, 1, Anm. 22, pag. 57.

21. **Indium** . . Allgemein zuverlässige Reaction fehlt.
Met. Indium und seine Salze geben auf Kohle einen dunkelgelben Beschlag, der nach dem Erkalten gelblichweiss wird und sich, unter violetter Flammenfärbung, dislociren lässt.

22. **Iridium** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

23. **Jod** . . . . a) Joddämpfe beim Erhitzen im Glasrohr. Tab. I, 10, pag. 36.
b) Desgl. mit saurem Kaliumsulfat. Tab. III, 3 und 13, ev. unter Zusatz von Eisenvitriol, pag. 46.

24. **Kalium** . . Flammenfärbung. Tab. VII, 3, pag. 76.
Siehe auch Silicatuntersuchung pag. 84.

25. **Kobalt** . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 6, pag. 62.
b) Färbung im Phosphorsalzglase Tab. VI, 6, pag. 68
c) Reduction auf Kohle siehe Tab. IV, B, 1, pag. 56.

26. **Kohlenstoff** Reaction mit antimonsaurem Kalium. Tab. III, 17, pag. 48.
(Kohlensäure. Mit saurem Kaliumsulfat. Tab. III, 11, pag. 46). Siehe auch Tab. I, 11, 12, pag. 36.

27. **Kupfer** . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 3, pag. 62.
b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 3, pag. 68.
c) Flammenfärbung. Tab. VII, 9, Anm., pag. 79.

28. **Lanthan** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

29. **Lithium** . . Flammenfärbung. Tab. VII, 4, pag. 76.

30. **Magnesium** . a) Färbung mit Kobaltsolution z. Th. Tab. IV, B, 2, Anm. 25, pag. 59.
b) Mikrochemische Reaction. pag. 89.

31. **Mangan** . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 4, pag. 62.
b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 4, pag. 68.
c) Reduction auf Kohle. Tab. IV, B, 1, pag. 56.

32. **Molybdän** . a) Beschlag auf Kohle. Tab. IV, 10, pag. 54.
b) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 11, pag. 64.
c) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 10, pag. 70.

33. **Natrium** . . Flammenfärbung. Tab. VII, 1, pag. 74.
Siehe auch Silicatuntersuchung pag. 84.

34. **Nickel** . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 5, pag. 62.
b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 5, pag. 68.

35. **Niobium** . . Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 14, pag. 70. doch ist die Reaction für zusammengesetzte Verbindungen nicht zuverlässig.

36. **Osmium** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

37. **Palladium** . Desgleichen.

38. **Phosphor** . . a) Mit met. Magnesium: Phosphorwasserstoff.
(bez. Phosphorsäure) Tab. III, C, 16, pag. 46.
b) Flammenfärbung. Tab. VII, 7, pag. 78.

39. **Platin** . . Reduction auf Kohle. Tab. IV, B, 1, pag. 56.

40. **Quecksilber** Sublimat in der Glasröhre. Tab. I, 24, 25, 26, pag. 38 und 40. Tab. II, 6, pag. 42.

41. **Rhodium** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

42. **Rubidium** . Desgleichen.

43. **Sauerstoff** . z. Th. Sauerstoffgas, beim Erhitzen im Glasrohr. Tab I, 9, pag 36.

44. **Schwefel** . a) Sublimat in der Glasröhre. Tab. I, 20, pag. 38.
b) Entwicklung schwefliger Säure. Tab. II, 1, pag. 42.
c) Desgl. mit saurem Kaliumsulfat. Tab. III, 7, pag. 44.
d) Schwefelwasserstoffentwicklung ev. mit oxalsaurem Kalium. Tab. I, 5, pag. 34 und Tab. III, B, 15, pag. 46.

45. **Selen** . . . a) Sublimat in der Glasröhre. Tab. I, 25, pag. 38.
b) Entwicklung von Selengeruch. Tab. II. 5, pag. 42.
c) Beschlag auf Kohle. Tab. IV, 8, pag. 54.

46. **Silber** . . . Reduction auf Kohle bez. Behandlung auf der Knochenasch-Kapelle. Tab. IV, B, 1, Anm. 22, pag. 57.

47. **Silicium** (bez. Kieselsäure). Verhalten im Phosphorsalzglase und in der Sodaschmelze. Tab. VI, 15, pag. 72, 73 u. 82.

48. **Stickstoff** (bez. Salpetersäure, Ammoniak etc.)
a) Entwicklung von Stickstoffperoxyd. Tab. I, 8, pag. 34.

b) Desgl. mit saurem Kaliumsulfat. Tab. III, 6, pag. 44.
c) Entwicklung von Ammoniak mit oxalsaurem Kalium. Tab. III, 14, pag. 46.

49. **Strontium** . Flammenfärbung. Tab. VII, 5, pag. 76.
Siehe auch Verhalten im Boraxglase. Tab. V, 18, pag. 67.

50. **Tantal** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

51. **Tellur** . . a) Entwicklung von Telluriger Säure. Tab. II, 4, pag. 42.
b) Beschlag auf Kohle. Tab. IV, 9, pag. 54.

52. **Thallium**. . Allgemein zuverlässige Reaction fehlt.
Metallisches Thallium und seine Salze geben auf Kohle einen weissen Beschlag, der sich, unter grünlicher Flammenfärbung dislociren lässt.

53. **Thorium** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

54. **Titan** . . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 10, pag. 64.
b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 9, pag 70.

55. **Uran** . . . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 7, pag. 64.
b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 7, pag. 70.

56. **Vanadin** . . a) Färbung im Boraxglase Tab. V, 12, pag. 64.
b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 11, pag. 70.

57. **Wasserstoff** (bez. Wasser). Entwicklung von Wasserdampf beim Erhitzen im Glasrohr. Tab. I, 1, pag. 34.
Siehe auch Silicatuntersuchung pag. 83.

58. **Wismuth** . Beschlag auf Kohle Tab. IV, 4, pag. 52.

59. **Wolfram** . a) Färbung im Boraxglase. Tab. V, 9, pag. 64.
b) Färbung im Phosphorsalzglase. Tab. VI, 8, pag. 70.
Reduction auf Kohle siehe Tab. IV, B, 1, pag. 56.

60. **Yttrium** . . Zuverlässige Reaction fehlt.

61. **Zink** . . . Beschlag auf Kohle ev. mit Kobaltsolution. Tab. IV, 6, pag. 52.

62. **Zinn** . . . a) Beschlag auf Kohle ev. mit Kobaltsolution. Tab. IV, 7, pag. 54.
b) Färbung der Kupferoxyd-Boraxperle. Tab. IV, 7, Anm. 11, pag. 55.

63. **Zirkonium** . Zuverlässige Reaction fehlt.

Ueber das Verhalten einzelner organischer Verbindungen siehe Tab. I, 11, 12, 13, 14, 15, pag. 36 und Tab. III. 8, 9, 10, pag. 44 u. 46.

Zweiter Theil.

Systematischer Gang

der

Löthrohr-Analyse.

I. Allgemeine Uebersicht

1. Erhitzen der Substanz in der

a. Flüchtige Producte oder weisse Sublimationen geben:
Hydroxyde z. Th. und Salze mit Krystallwasser einschl. der betreffenden Silicate. — Schwefelsaure und schwefligsaure Metalle und met. Erden. — Saure schwefelsaure Salze. — Unterschwefelsaure Alkalien, Erdalkalien. — Unterschwefelsaures Blei. — Wasserhaltige Sulfide. — Phosphorigsaure und metaphosphorsaure Salze. — Saure Alkalifluorüre und Fluorammonium. — Salpetersaure und salpetrigsaure Salze z. Th. — Chlorsaure, bromsaure und jodsaure Salze. — Superoxyde. — Kohlensaure Erdalkalien und Metalle. — Ammoniumsalze z Th. — Chlorblei. — Antimonoxyd. — Tellurige Säure. – Osmiumsäure. — Quecksilber-Chlorür und Chlorid. — Organische Verbindungen. Tab. I, 1—18.

Substanzen welche obige Reactionen geben, sind mit Uebergehung der Prüfung im offenen Glasrohr, direkt nach 3 zu untersuchen.

3. Erhitzen der Substanz mit Reagentien, in der einseitig geschlossenen Glasröhre.

Es zersetzen sich und geben charakteristische Reactionen:

a. Mit saurem Kaliumsulfat ev. unter Zusatz von Specialreagentien:
Sämmtliche Chloride, Jodide, Bromide, Fluoride; desgl. die Salze der Chlorsäure, Jodsäure, Bromsäure, Salpetersäure, Salpetrigen Säure, Schwefligen Säure, Polythionsäure, Chromsäure und Kohlensäure; die Cyanverbindungen, sowie die Essigsauren, Oxalsauren, Ameisensauren und Cyanwasserstoffsauren Salze. Tab. III, 1—13.

b. Mit neutralem oxalsaurem Kalium:
Sämmtliche Ammoniumsalze, die Schwefelsauren Salze und Sulfide. Tab. III, 14—15.

c. Mit metallischem Magnesium:
Sämmtliche Phosphorsaure und Phosphorhaltige Verbindungen. Tab. III, 16, 17.

d. Mit Antimonsaurem Kalium:
Sämmtliche kohlenstoffhaltige Verbindungen. Tab. III, 18.

einseitig geschlossenen Glasröhre.

b. Unzersetzbar sind hierbei:

Monosulfuride.
Monarsenide.
Antimonide.
Oxyde ausgen. Superoxyde.
Haloïdsalze ausg. gewisse Fluoride.
Die in der Hitze beständigen Sauerstoffsalze einschl. der wasserfreien Silicate.

c. Farbige oder metallische Sublimate geben:

Schwefel. — Arsen. — Schwefelantimon. — Schwefelarsen. — Schwefel-Metalle und Arsen-Metalle mit grösserem Gehalt an S bez. As als die Mono-Verbindungen.
Schwefelantimonmetalle z. Th.
Schwefelarsenmetalle z. Th.
Schwefelquecksilber } u. deren Metall-
Selenquecksilber } verbindungen.
Amalgame. Tab I, 19—25.

2. Erhitzen der Substanz in der offenen Glasröhre.

a. Unzersetzbar sind hierbei:

Arsenide mit sehr geringem Arsengehalt.
Oxyde ausg. Superoxyde.
Die in der Hitze beständigen Sauerstoffsalze einschl. der wasserfreien Silicate.

b. Röstgase (Schweflige oder arsenige Säure; Antimon- oder Tellurrauch) bez. Sublimat von met. Quecksilber geben:

Schwefel und sämmtliche Schwefelmetalle. — Arsen und Arsenmetalle ausgen. die sehr niedrig arsenicirten Verbindungen.
Antimon, Schwefelantimon und die betr. Metallverbindungen. Tellur. Selen und ihre Metallverbindungen. Kobalt- und Nickelvitriol. Einige arsensaure Metalle Tab. III.

Substanzen, welche Röstgase (2 b) liefern, sind mit Uebergehung der Prüfung al. 3, direct auf Kohle zu untersuchen.

4. Erhitzen des aus der Prüfung al. 1 resp. 2

a. Einen nicht metallischen, mehr oder weniger unschmelzbaren, meist weissen Rückstand geben:

Kalk, Magnesia, Baryt, Strontian, Thonerde, Beryllerde, Zirkonerde, Lanthan, Didym, Cer, Yttrium, Erbium, Thorium und ihre Verbindungen. Tab. IV, B, 2.

---

5. Prüfung des auf Kohle erhaltenen Rückstandes

a. Bei starker Sättigung geben eine emailweise resp. krystallinische Perle:

Kalk. — Magnesia. — Baryt. — Strontian. — Beryllerde. — Yttererde. — Erbinerde. — Zirkonerde. — Thor. — Lanthan. — Niob. — Tab. V. (Specieller Nachweis z. Th. Tab. VII.)

---

6. Prüfung auf

Flammenfärbung geben: Natron. — Kali. — Lithion. — Kalk. — Baryt. — mit Kupfer: Chlor und Brom.

erhaltenen Rückstandes auf Kohle.

b. Ein Metallkorn oder eine mehr oder weniger schwer schmelzbare, metallische Masse geben:

Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer; Silber, Gold, Platin, Iridium, Rhodium, Palladium; Wolfram, Mangan, Chrom; (Niob, Tantal). Tab. IV, B, 1.

c. Einen Metallbeschlag ev. nebst einem leicht zu verflüchtigenden Metallkorn geben:

Arsen. — Antimon. — Arsensaure und Antimonsaure Salze. — Blei. — Wismuth. — Cadmium. — Zink. — Zinn. — Selen und Tellur, Molybdän einschl. der selen-, tellur- und molybdänsauren Salze. Tab. IV, 1—11.

in der Borax- und Phosphorsalz-Perle.

b. Gefärbte Gläser geben:

Kupfer. — Eisen. — Chrom. — Mangan. — Kobalt. — Nickel. — Uran. — Cer. — Wolfram. — Titan. — Molybdän. — Vanadin. — Didym. — Niob. — Tab. V und VI.

Flammenfärbung.

Strontian. — Phosphorsäure. — Borsäure. — Molybdänsäure. — In Verbindung Tab. VII.



II.

Tabellen

zur

systematischen Untersuchung.

Tab. I. Prüfung in der ein-

Die Substanz wird anfangs über freiem Feuer, alsdann mit Unterstützung des Löthrohrs bis zur starken Rothgluth erhitzt.

(Anleitung zur speciellen Ausführung siehe pag. 6.

a. Entwickelung flüchtiger Producte (1—15)

Reaction:	**Zersetzbare Substanzen:**
Die Probesustanz entwickelt: 1. **Wasser, neutrales.**	a) **Salze mit Krystallwasser.**[1]) b) **Hydroxyde**, ausgenommen die der Alkalimetalle.[2])
2. **Wasser, sauer reagirend.**	Einzelne **wasserhaltige Verbindungen** von **Schwefelsäure** oder **Fluor.**
3. **Wasser, alkalisch reagirend.**	Gewisse **wasserhaltige Ammoniumsalze** (Ammoniumsulfat, Phosphorsalz) und die wasserstoffhaltigen Verbindungen, stickstoffhaltiger organischer Substanzen.[3])
4. **Schweflige Säure,** z. Th. **Schwefelsäure.**	a) **Schwefelsaure** und **schwefligsaure Metalle** und **metall. Erden.**[4]) b) **Unterschwefligsaure Alkalien, Erdalkalien** und **unterschwefligs. Blei.** c) **Saure schwefligsaure Salze** (Entw. von Schwefelsäure).
5. **Schwefelwasserstoff.**	a) **Wasserhaltige schwefligsaure Alkalien** und **Erdalkalien.** b) **Unterschwefligsaure Salze** (ev. nach dem Befeuchten der braungelben Schmelze mit Wasser). c) **Wasserhaltige Sulfide.**[5])
6. **Phosphorwasserstoff.**[6])	**Phosphorigsaure** u. **Unterphosphorigsaure Salze.**
7. **Fluorwasserstoff.**[7])	**Saure Alkalifluorüre** u. **Fluorammonium.**
8. **Stickstoffperoxyd** (Braunrothe Dämpfe).	Ein Theil der **Salpetersauren** und **Salpetrigsauren Salze.**[8])

seitig geschlossenen Glasröhre.

Es zersetzen sich hierbei und geben folgende Reactionen:

a) Flüchtige Producte bez. weisse oder farblose Sublimate: Salze mit Krystallwasser; Hydroxyde z. Th., ein Theil der wasserfreien Sauerstoffsalze u. Fluorüre; Superoxyde; Wasserhaltige Sulfide; Organische Verbindungen etc. (1—16).

b) Farbige resp. metallische Sublimate: Ein Theil der Schwefel-, Arsen-, Antimon- und Quecksilber-Verbindungen (20—26).

bez. weisser oder farbloser Sublimate (16).

Anmerkungen und specieller Nachweis.
1) Salze mit hohem Krystallwassergehalt schmelzen zunächst und werden nach der Entwässerung wieder fest. Hygroscopisches Wasser entwickelt sich schon nach mässigem Erwärmen. 2) Hydroxyde geben erst bei höherer Temperatur Wasseranflug in dem oberen Theil der Röhre.
3) Die genannten organischen Verbindungen entwickeln gleichzeitig empyreumatische Producte.
Hierbei nicht zersetzbar sind: Schwefelsaure Alkalien und Erdalkalien, sowie Bleisulfat, Kobalt- und Nickelvitriol. 4) Schwefelsaure Metalle und met. Erden, welche schon bei niederer Temperatur zersetzbar sind (Eisen, Thonerde), geben neben Schwefliger Säure auch Schwefelsäure.
5) Die Sulfide der Alkalien und alkalischen Erden entwickeln schon bei gewöhnlicher Temperatur, mit Wasser befeuchtet, Schwefelwasserstoff.
6) Die Entwicklung von Phosphorwasserstoffgas, selbst in geringer Menge, ist an dem Geruch deutlich erkennbar.
7) Aetzt das Glas unmittelbar über der schmelzenden Probe und färbt befeuchtetes Fernambukpapier intensiv strohgelb. (Deutlich erkennbar nach dem Auswaschen des Papierstreifens.)
8) Gewisse salpetersaure und salpetrigsaure Verbindungen entwickeln Stickstoff und Sauerstoff. (React. 9.)

Tab. I. Prüfung in der ein-

Reaction:	Zersetzbare Substanzen:
9. **Sauerstoff.**[9]	a) **Chlorsaure**, **Bromsaure** und **Jodsaure Alkalien.** b) **Superoxyde.** c) Einige **Salpetersaure** und **Salpetrigsaure Salze** (Sauerstoff neben Stickstoff).
10. **Chlor**, grüngelbe / **Brom**, braune / **Jod**, violette } Dämpfe.	**Chlorsaure** und **Ueberchlorsaure** / **Bromsaure** und **Ueberbromsaure** / **Jodsaure** und **Ueberjodsaure** } **Erdalkalien, Metall. Erden** und **Metalle.**[10]
11. **Kohlenoxyd.**[11]	**Oxalsaure** und **Ameisensaure Salze.**
12. **Kohlensäure.**[12]	a) **Kohlensaure Erdalkalien** u. **Metalle.** b) **Oxalsaure Salze** leicht reducirbarer Metalle.
13. **Ammoniak.**	a) **Ammoniumsalze** mit feuerbeständiger Säure. b) **Stickstoff-Verbindungen.** Nach dem Verkohlen: Cyan oder empyreumatisches Gas.[13]
14. **Cyan.**	**Cyanverbindungen.**[13]
15. **Gas mit empyreumatischem Geruch.**	**Weinsteinsäure**, **Benzoesäure** etc. und deren **Salze.**[13]

Anmerkung: Bei der vorstehenden Prüfung im einseitig
Erscheinungen

16. **Es sublimiren sich vollständig:** **Das Sublimat ist von weisser Farbe resp. farblos.**	**Chlorammonium** und einige **Ammoniaksalze**, **Chlorblei**, **Antimonoxyd** (in nadelf. Krystallen), **Arsenige Säure** (in oktaedrischen Krystallen), **Tellurige Säure** (zu Tröpfchen schmelzend), **Osmiumsäure** (weisse Tröpfchen von stechendem Geruch), **Quecksilberchlorür** (Sublimation ohne Schmelzung), **Quecksilberchlorid** (Sublimation nach dem Schmelzen).
17. **Es geben einen klaren Schmelzfluss:**	Die **Haloid-** und **Sauerstoffsalze** der **Alkalien**, sowie die **Alkalihydroxyde.**

seitig geschlossenen Glasröhre.

Anmerkungen und specieller Nachweis.
9) Die Entwicklung von Sauerstoff ist leicht kenntlich an dem Aufleuchten eines in den unteren Theil der Röhre hineingebrachten kleinen Holzsplitters. Meist tritt neben Sauerstoff auch etwas Chlor bez. Brom- oder Joddampf auf; stets ist dies reichlich der Fall bei Perchloraten, Ueberbromsauren und Ueberjodsauren Salzen.
10) Die entsprechenden Alkaliverbindungen entwickeln Sauerstoff, neben mehr oder weniger reichlichen Mengen von Chlor, Brom und Jod. Siehe Anm. 9.
11) Kohlenoxydgas brennt mit blauer Flamme.
12) Die Kohlensäure kann an der Trübung des Kalkwassers erkannt werden, das man in einem, am Uhrgläschen hängenden Tropfen, über der Röhre hält. Der Nachweis mit Saurem Kaliumsulfat pag. 46 dient zur Bestätigung.
13) Entwickelt der verkohlte Rückstand, mit Salzsäure behandelt, Kohlensäure, so war die organische Säure an Alkalien oder Erdalkalien gebunden.

geschlossenen Glasrohr sind noch folgende allgemeine zu beachten.

18. **Farbenänderung:**	**Schwarz:** Eisenoxyd und Quecksilberoxyd. Gewisse Kupfer- und Kobaltsalze **Braun:** Bleioxyd. Gewisse Kadmium- und Mangansalze. **Dunkelgelb bis Roth:** Wismuthoxyd. **Dunkelorange:** Chromsaures Kalium. **Violett:** Mennige. **Gelb:** Zinkoxyd, Zinnoxyd und Titansäure. **Grün:** Chromsaures Ammonium. **Graugrün:** Gewisse Kobalt- und Nickelsalze.
19. **Phosphorescenz:**	**Alkalische und metallische Erden. Zinkoxyd. Zinnoxyd.**

Tab. Ib.

Tab. I. Prüfung in der ein-

b. Entwickelung gefärbter

Reaction:	Sublimatbildende Substanzen:
20. Sublimat von **Schwefel**, heiss: **dunkelgelb bis roth**, kalt: **rein schwefelgelb.**	a) **Schwefel.** b) **Schwefelmetalle mit hoher Schwefelungsstufe**, d. h. solche, welche auf 1 At. Metall mehr als 1 At. Schwefel enthalten.[14]
21. Sublimat von **Schwefelarsen**, heiss: **dunkelbraunroth—schwarz**, kalt: **rothgelb—roth.**	a) **Schwefelarsen.** b) **Schwefelarsen-Metalle**, welche der Formel $mRS + As^2S^3$ entsprechen,[15] sowie Arsenkies $(FeS^2 + FeAs^2)$ und Arsennickelglanz $(NiS^2 + NiAs^2)$.
22. Sublimat einer Verbindung von **Schwefelantimon** und **Antimonoxyd**, heiss: **schwarz**, kalt: **kirschroth bis bräunlichroth.**	a) **Schwefelantimon.** b) **Schwefelantimon-Metalle**, welche der Formel $mRS + Sb^2S^3$ entsprechen.[16]
23. Sublimat von **Arsen**, heiss u. kalt: **glänzend schwarz**, nahe der Probe: **Metallspiegel.** (Arsengeruch.) Pulverfarbe des Sublimates: schwarz.	a) **Metallisches Arsen.** b) **Hocharsenicirte Metalle**, d. h. solche, welche auf 1 At. Metall mehr als 1 At. Arsen enthalten.[17]
24. Sublimat von **Schwefelquecksilber**, heiss u. kalt: **schwarz-bläulichschwarz**, nahe der Probe ein Spiegel von metallischem Quecksilber. Pulverfarbe des Sublimates: roth.	a) **Schwefelquecksilber** (Zinnober, Quecksilberlebererz). b) **Quecksilberhaltige Schwefelarsen- bez. Schwefelantimon-Metalle** (Fahlerze).[18]
25. Sublimat von **Selenquecksilber**, heiss u.. kalt: **grau**, krystallinisch glänzend.	**Selenquecksilber.** **Selenquecksilberblei.** **Selenquecksilberkupferblei.**[19]

seitig geschlossenen Glasröhre.

resp. metallischer Sublimate.

Anmerkungen und specieller Nachweis.
14) Einfach geschwefelte Metalle sind beim Erhitzen unter Luftabschluss, mit Ausnahme von CuS, nicht zersetzbar. Ein Ueberschuss von beigemengtem Schwefel lässt jedoch schon bei schwachem Erhitzen, in einiger Entfernung von der Probe, einen dünnen weissen Anflug entstehen.
15) Ist **m** grösser als 2, so entsteht erst nach starkem Erhitzen ein schwaches Sublimat von Schwefelarsen. Hochgeschwefelte Arsensulfosalze entwickeln zunächst ein Sublimat von Schwefel, alsdann Schwefelarsensublimat (s. auch Anm. 17).
16) Ist **m** grösser als 2, so entsteht erst nach starkem Erhitzen ein schwaches Sublimat von Schwefelantimon; desgl. wenn die Zusammensetzung der Formel $m\overset{I}{R}^2S + Sb^2S^3$ entspricht. Hochgeschwefelte Antimonsulfosalze entwickeln zunächst ein Sublimat von Schwefel, alsdann Schwefelantimonsublimat.
17) Arsenosulfuride mit hohem Arsengehalt geben anfangs Schwefelarsensublimat, später Arsenspiegel.
18) Um das Sublimat von Schwefelquecksilber resp. von metallischem Quecksilber bei diesen Verbindungen nicht zu übersehen, muss man ganz allmählich erhitzen. Es entsteht alsdann bei den quecksilberhaltigen Fahlerzen zunächst das Quecksilbersublimat, später dasjenige von Schwefelarsen bez. Schwefelantimon.
Geringe Beimengungen von Selen erkennt man an dem rettigartigen Geruch auf Kohle. 19) Selenkobaltblei gibt ein Sublimat von Selen, welches nahe der Probe stahlgrau, weiter entfernt roth ist.

Tab. I. Prüfung in der ein-

Reaction:	Sublimatbildende Substanzen:
26. Anflug von **metallischem Quecksilber.** In kleinen Kügelchen.	**Sämmtliche Amalgame.**[20]
Anmerkung: Da im einseitig geschlossenen Glasrohr nur die Schwefel-, Arsen-, Antimon-Metalle von bestimmter Zusammensetzung ein Sublimat geben, während im Röstrohr bez. auf Kohle, sämmtliche dieser Verbindungen zersetzbar sind, so gewähren die betreffenden Untersuchungen zugleich einen Anhalt für die Beurtheilung der quantitativen Zusammensetzung dieser Mineralien, wovon bei Bestimmung der Mineralspecies Gebrauch gemacht wird.[21]	

Fortsetzung der Untersuchung: Ergab die Probesubstanz bei der vorstehenden Untersuchung ein **farbiges oder metallisches Sublimat**, so vermehrt man die Substanzmenge so weit, dass das sich ergebende Restproduct für den ganzen Untersuchungsgang ausreicht und verwendet den erhaltenen **Rückstand** zur **Prüfung im offenen Glasrohr. Tab. II.**

seitig geschlossenen Glasröhre.

Anmerkungen und specieller Nachweis.
20) Mit Eisenfeile oder Soda gemengt geben sämmtliche Quecksilber-Verbindungen, im geschlossenen Glasrohr erhitzt, einen Anflug von metallischem Quecksilber.
21) Zu beachten ist hierbei, dass die in Betracht kommenden Mineralien häufig einen kleinen Ueberschuss an mechanisch beigemengtem Schwefel, Antimon oder Arsen enthalten, wodurch die Zuverlässigkeit der quantitativen Bestimmung in manchen Fällen beeinträchtigt werden kann. Diese Beimengungen sublimiren sich aber bei erheblich niedrigerer Temperatur, als sie für die Zersetzung der betreffenden Verbindungen erforderlich ist; auch findet eine wesentliche Verstärkung des Sublimats bei Steigerung der Temperatur nicht statt.

Entstand **kein farbiges oder metallisches Sublimat**, so kann man sich zu der Untersuchung nach Tab. II, einer **neuen Substanzmenge** bedienen.

Tab. II.

Tab. II. Prüfung in der

Die Substanz wird bis zur schwachen Rothgluth erhitzt und der Luftzug durch Neigen der Röhre so verstärkt, dass eine vollständige Oxydationswirkung stattfindet.

(Anleitung zur speciellen Ausführung siehe pag. 8.)

Reaction:	Flüchtige Producte bez. Sublimate geben:
1. Entwicklung von **Schwefliger Säure.**	a) **Sämmtliche Schwefelmetalle.** b) Die in Tab. I React. 4 genannten Sulfate und überdies **Kobalt- und Nickelvitriol.**[1]
2. Krystallinisches Sublimat von **Arseniger Säure.**	a) **Metallisches Arsen.** b) **Arsenmetalle,** welche mehr Arsen enthalten, als zur Bildung basisch arsensaurer Metalle erforderlich ist.[2] c) **Einige Arsensaure Metalle** (z. B. Eisenarseniat).
3. Weisser Rauch von **Antimonoxyd,**[3] bez. neben schwefliger Säure.	a) **Metallisches Antimon.** b) **Schwefelantimon.** c) **Schwefelantimon-Metalle.** d) **Antimon-Metalle.**
4. Weisser Rauch von **Telluriger Säure.**[4]	a) **Metallisches Tellur.** b) **Tellur-Metalle.**
5. Entwicklung von **Selengeruch** oder auch **Selensublimat.**[5]	a) **Metallisches Selen.** b) **Selen-Metalle.**
6. Sublimat von **metallischem Quecksilber.**[6]	a) **Sämmtliche Amalgame.** b) **Quecksilberhaltige Schwefel-, Arsen-, Antimonverbindungen.**

Fortsetzung der Untersuchung: Erwies sich die Substanz bei der vorstehenden Untersuchung als eine **Schwefel-, Arsen-, Antimon-, Selen-, Tellur- oder Quecksilber-Verbindung,** so wird sie in grösserer Menge vollständig abgeröstet und **mit Uebergehung von Tab. III,** auf **Kohle** untersucht. (**Tab. IV.**)

offenen Glasröhre (Röstprobe).

Es zersetzen sich hierbei unter Entwicklung flüchtiger Producte:

a) Sämmtliche Schwefel-, Antimon-, Tellur-, Selen- und Quecksilber-Verbindungen, sowie die meisten Arsen-Verbindungen (siehe React. 2. b).

b) Einige der schwefelsauren und arsensauren Metalle, welche im geschlossenen Glasrohr keine Veränderung erleiden (z. B. Kobalt- und Nickelvitriol; Arsensaures Eisen).

Anmerkungen und specieller Nachweis.
1) Schwefelsaure Alkalien und Erdalkalien, sowie Bleisulfat sind auch hierbei nicht zersetzbar.
2) Verbindungen mit weniger Arsen sind hierbei nicht zersetzbar, geben sich aber auf Kohle durch Arsenbeschlag bez. durch Arsengeruch zu erkennen; desgleichen die Arsensauren Salze.
3) Der Antimonrauch, welcher sich an der Glasröhre ansetzt, ist durch Erwärmen leicht dislocirbar. Nach stärkerem Erhitzen verwandelt er sich in eine nicht flüchtige Verbindung von Antimonoxyd und Antimonsäure (Unterscheidung von Tellur). Antimonsaure Verbindungen entwickeln erst auf Kohle Antimonbeschlag und sind dadurch von den Antimoniden zu unterscheiden.
4) Der Tellurrauch schmilzt leicht zu durchsichtigen Tröpfchen. Geringe Mengen von Tellur werden nachgewiesen durch Schmelzung mit Soda und Kohlenpulver im Glaskölbchen. Beim Befeuchten der Schmelze mit Wasser wird letzteres purpurroth.
5) Das Selensublimat ist nahe der Probe: stahlgrau, weiter entfernt: roth; zuweilen entstehen in grösserer Entfernung Kryställchen von Seleniger Säure.
6) Das Sublimat besteht aus kleinen metallglänzenden Kügelchen.

Ergab die vorstehende Prüfung **kein Resultat**, so untersucht man die Substanz **nach Tab. III** in der einseitig geschlossenen Glasröhre **mit Reagentien.**

Tab. III.

Tab. III. Prüfung in der einseitig ge-

Die gepulverte Probesubstanz wird, mit dem Reagens gemischt, in die vorher gut ausgetrocknete Glasröhre gethan, und ev. bis zur Rothgluth erhitzt.

(Anleitung zur speciellen Ausführung siehe pag. 10.)

A. Prüfung mit saurem Kaliumsulfat.

Reaction:	Zersetzbare Substanzen:
Die Probesubstanz entwickelt: 1. **Salzsäure-Gas.** [1])	**Chloride.**
2. **Unterchlorsäure-Gas.** [2]) Gelbgrün, von chlorähnlichem Geruch.	**Chlorsaure Salze.**
3. **Jod-Dämpfe.** [3]) Violett.	**Jodide.**
4. **Brom-Dämpfe.** [4]) Rothbraun, von charakteristischem Geruch.	a) **Bromide.** b) **Bromsaure Salze.**
5. **Fluorwasserstoffsäure.** [5]) Farbloses Gas von stechendem Geruch.	**Fluoride.**
6. **Stickstoffperoxyd.** Braunrothe Dämpfe von charakteristischem Geruch.	a) **Salpetersaure Salze.** [6]) b) **Salpetrigsaure Salze.**
7. **Schweflige Säure.** [7]) Farbloses Gas von stechendem Geruch.	a) **Schwefligsaure Salze.** b) **Polythionsaure Salze.**
8. **Essigsäure.** [8])	**Essigsaure Salze.**

schlossenen Glasröhre mit Reagentien.

Die Prüfung dient zur Bestimmung der Haloïde und der flüchtigen Säuren, sowie zum Nachweis von Ammoniak und Kohlenstoff.

Anmerkungen und specieller Nachweis.

1) Das Salzsäuregas ist sowohl am Geruch, als auch an dem Nebel kenntlich, welcher sich bei Annäherung eines mit Ammoniak befeuchteten Glasstabes bildet.
   Chloride färben überdies mit einer stark gesättigten Kupfer-Boraxperle zusammengeschmolzen, die Flamme vorübergehend blau.

2) Die Unterchlorsäure ist ausser durch den Geruch auch daran kenntlich, dass sie Lackmuspapier bleicht.

3) Joddämpfe färben Stärkepapier blau.
   Jodsaure Salze entwickeln erst auf Zusatz von Eisenvitriol Joddämpfe.

4) Bromdämpfe färben Stärkepapier gelb.

Chlor-, Brom- und Jod-Silber werden nicht zersetzt. Die in der Schmelze sich bildende Kugel von Jodsilber ist heiss: schwarzbraun — schwarz, kalt: pyroproth; von Chlorsilber, heiss: hyazinthroth — rothgelb; von Bromsilber, heiss: intensiv pyroproth.
Mit Schwefelwismuth auf Kohle geschmolzen geben die betreffenden Verbindungen folgende Beschläge:
Chlorsilber: weiss, sehr flüchtig,
Bromsilber: intensiv gelb.
Jodsilber: ziegelroth.

5) Die Fluorwasserstoffsäure ätzt das Glas an der Schmelzstelle der Probe und färbt befeuchtetes Fernambukpapier intensiv strohgelb.
   Geringe Mengen von Fluor lassen sich besser durch Schmelzen der Probe mit gepulvertem Phosphorsalzglas in der offenen Röhre erkennen, indem man die Löthrohrflamme in die Glasröhre hinein auf die Schmelze leitet.

6) Die Zersetzung der Salpetersauren Salze wird durch Zusatz von Kupferfeile befördert.
   Ein mit Eisenvitriollösung getränkter Papierstreifen wird durch das sich entwickelnde Stickstoffperoxyd braun gefärbt.

7) Nicht zu verwechseln mit den Schwefelsäure-Dämpfen, welche sich beim Erhitzen des sauren Kaliumsulfats entwickeln.

8) Auf Zusatz von Alkohol zu der fast erkalteten Schmelze entwickeln sich aromatische Dämpfe von Essigäther.

Tab. III. Prüfung in der einseitig ge-

Reaction:	Zersetzbare Substanzen:
9. **Cyansäure.** [9])	Cyansaure Verbindungen.
10. **Kohlenoxydgas.** [10])	Oxalsaure, Ameisensaure und Cyanwasserstoffsaure Salze.
11. **Kohlensäure.** [11])	Kohlensaure Salze.
Unter Zusatz von Chlornatrium, 12. **Dunkelbraunrothe Dämpfe,** die sich zu Chromsaurem Chromsuperchlorid condensiren.	Chromsaure Salze. [12])
Unter Zusatz von Eisenvitriol, 13. **Jod-Dämpfe.**	Jodsaure Salze. [13])
B. Prüfung mit neutralem oxalsaurem Kalium. [14])	
Entwicklung von: 14. **Ammoniak.**	Ammoniumsalze.
15. **Schwefelwasserstoff,** ev. nach dem Befeuchten der Schmelze mit Wasser. [15])	a) Schwefelsaure Salze. b) Sämmtliche schwefelhaltige Verbindungen.
C. Prüfung mit metallischem Magnesium. [16])	
16. **Phosphorwasserstoffgas,** nach dem Befeuchten der Schmelze mit Wasser. [17])	a) Phosphorsaure Salze. b) Phosphorhaltige Verbindungen.

schlossenen Glasröhre mit Reagentien.

Anmerkungen und specieller Nachweis.
9) Ausser an dem charakteristischen Geruch daran kenntlich, dass sie Kalkwasser trübt. (Man hält einen am Uhrgläschen hängenden Tropfen Kalkwasser über die Glasröhre.)
10) Kohlenoxydgas brennt mit blauer Flamme.
11) Man schmilzt zunächst das saure Kaliumsulfat für sich und gibt in den klaren Schmelzfluss die Probesubstanz hinein, wobei die Entwicklung von Kohlensäure deutlich wahrnehmbar ist. Ein etwaiger Wassergehalt der Substanz ist vorher durch Glühen zu entfernen.
12) Chromoxyd gibt diese Reaction nicht und ist dadurch von Chromsäure zu unterscheiden. Bestimmung von Chromoxyd in der Boraxperle.
13) Die Jodide entwickeln auch ohne Zusatz von Eisenvitriol, mit saurem Kaliumsulfat Joddämpfe (siehe diese Tabelle React. 3) und sind dadurch von Jodaten zu unterscheiden.
14) Die gepulverte Substanz wird mit neutralem oxalsaurem Kalium gemischt und zunächst, bis zur Entfernung des Wassers, vorsichtig erhitzt, dann stark geglüht.
15) Zertrümmert man die Spitze der glühenden Röhre auf einem befeuchteten Silberblech, so entsteht ein braunschwarzer Flecken von Schwefelsilber (Hepar). Die Sulfate sind von den Sulfiden dadurch zu unterscheiden, dass erstere mit Aetzkali geschmolzen keine Hepar-Reaction geben. Ist Selen oder Tellur in der Probesubstanz zugegen, was in der offenen Glasröhre erkannt worden ist, so muss man, da diese Körper die gleiche Reaction wie Schwefel geben, die Schmelze in Wasser lösen und mit Nitroprussidnatrium auf Schwefel prüfen.
16) Ein kleines Stückchen Magnesiumdraht wird mit der fein gepulverten Probe bis zum Eintritt der Feuererscheinung erhitzt, wobei darauf zu achten ist, dass der Magnesiumdraht vollständig von der Probe umhüllt ist.
17) Man taucht die Spitze der heissen Glasröhre in ein Schälchen mit Wasser, worauf sich nach dem Zerspringen der Röhre bald der charakteristische Geruch nach Phosphorwasserstoff entwickelt. Spuren von Phosphorsäure sind besser durch Flammenfärbung zu erkennen.

Tab. III. Prüfung in der einseitig ge-

D. Prüfung mit antimonsaurem Kalium.

Reaction:	Zersetzbare Substanzen:
Entwicklung von: 17. **Kohlensäure** auf Zusatz von Salpetersäure.	Kohlenstoffhaltige Verbindungen.[18])

Fortsetzung der Untersuchung: Die Substanz wird nunmehr, auch wenn sich bei der vorstehenden Prüfung eine Reaction nicht ergeben hat, nach **Tab. IV** auf **Kohle** untersucht.

schlossenen Glasröhre mit Reagentien.

Anmerkungen und specieller Nachweis.
18) Zur Bestimmung kleiner Mengen von Kohlenstoff schmilzt man die gepulverte Substanz mit antimonsaurem Kalium. Es entsteht ev. kohlensaures Kalium, das in warmem Wasser gelöst und mit Salpetersäure versetzt, Kohlensäure entwickelt.

Tab. IV. Prüfung

Zur Erzielung der Metalloxyd-Beschläge erhitzt man die Probesubstanz resp. das in der offenen Glasröhre erhaltene Röstproduct auf der glatten Kohlenfläche mit der Oxydationsflamme. Vermuthet man Zink oder Zinn in der Substanz, so ist die Reductionsflamme anzuwenden, desgl. wenn ein Metallkorn erzielt werden soll. (Anleitung zur speciellen Ausführung siehe pag. 11.)

Die Untersuchung auf Kohle dient namentlich zur Erkennung der flüchtigen Metalle und zur Trennung derselben von den schwer flüchtigen Metallen, den Alkalien, Erdalkalien und metallischen Erden.

1) Bei schwachem Erhitzen entwickeln sich: Schwefel, Antimon, Arsen, Selen, Tellur und geben, mit Ausnahme des Schwefels, charakteristische Beschläge (1, 2, 8, 9). Bei der systematischen Untersuchung sind diese

A. Die Probe gibt einen Beschlag. (Erhält man nach einen unveränderlichen Rückstand, so untersucht

Reaction:	Flüchtige Metalle resp. deren Verbindungen:
1. Beschlag von **Arseniger Säure.** **weiss** bis **grauweiss,***) (opak) } Weit entfernt von der Probe u. leicht flüchtig. Arsengeruch, namentlich bei Anwendung der Reductionsflamme. Beim Anblasen mit der Red.-Fl. verschwindet der Beschlag mit schwach hellblauem Schein. Eine bräunlichweisse Farbe des Beschlages rührt von Arsensuboxyd her.	a) Met. Arsen. b) **Sämmtliche Arsenverbindungen,** auch die niedrig arsenicirten Metalle (s. Tab. II Anm. zu 2).[1]) c) **Arsensaure Salze.**
2. Beschlag von **Antimonoxyd:** **weiss** bis **bläulichweiss,***) (durchscheinend) } Näher der Probe u. weniger flüchtig als der Arsenbeschlag. Die Probe entwickelt starken Rauch. Beim Anblasen mit der Red.-Fl. verschwindet der Beschlag mit schwach grünlichem Schein. Beschlag mit Kobaltsolution geglüht: schmutzig grün.	a) Met. Antimon. b) **Sämmtliche Antimonverbindungen.**[2]) c) **Antimonsaure Salze.**[3])

auf Kohle.

Bestandtheile der Verbindung, bis auf einen kleinen Rest, bereits in der Röströhre entfernt worden (s. Tab. II.), es sei denn, dass sie in Form von Säuren vorhanden waren.

2) Bei Steigerung der Temperatur verflüchtigen sich: Blei, Wismuth, Cadmium, Zink, Zinn, indem sie die Kohle mit charakteristisch gefärbten Oxyden beschlagen (3—7).

3) Kupfer, Silber, Gold werden zu einem Metallkorn reducirt, ohne Beschlag zu geben. (Ein Silberbeschlag entsteht erst nach längerem Erhitzen des Metallkornes, siehe 12.)

4) Eisen, Kobalt, Nickel, Wolfram etc. bilden nach der Reduction eine mehr oder weniger unschmelzbare, metallische Masse (B 1 pag. 56).

Ist die Basis in der Verbindung kein Schmermetall, so beobachtet man folgende Erscheinung:

a) Alkalien schmelzen und ziehen z. Th. in die Kohle.

b) Erdalkalien und met. Erden bilden eine mehr oder weniger unschmelzbare, nicht metallische Masse, die beim Erhitzen stark leuchtet (B 2 pag. 58).

vollständiger Verflüchtigung der Beschlag gebenden Metalle man denselben nach Abschnitt B pag. 56 u. f.).

Anmerkungen und specieller Nachweis.

1) Geringe Beimengungen von Arsen lassen sich durch den Arsengeruch erkennen, den die Probe, mit Soda auf Kohle im Reductionsfeuer behandelt, entwickelt. Kobalt- und Nickelhaltige Proben schmilzt man zu dem gleichen Zweck mit Probirblei auf Kohle im Oxydationsfeuer.

2) Geringe Beimengungen von Antimon in Verbindung mit anderen flüchtigen Metallen erkennt man, indem man die Probe auf Kohle mit Borsäure im Oxydationsfeuer behandelt, wobei jene Metalle von der Borsäure aufgenommen werden, während sich auf der Kohle Antimonbeschlag bildet.

In Kupfererzen wird ein geringer Antimongehalt nachgewiesen durch oxydirendes Schmelzen der Probe mit Phosphorsalz. Die erhaltene Phosphorsalzperle wird, mit Zinnchlorür reducirt, bei Gegenwart von Antimon dunkelgrauschwarz.

3) Eine Substanz, welche in der offenen Glasröhre kein Antimonoxyd gab, wohl aber einen reichlichen Antimonbeschlag auf Kohle, ist eine antimonsaure Verbindung.

*) Einen weissen Beschlag auf Kohle geben auch: Die Schwefelungen der Alkalien und des Antimon, sowie die Chlor-, Brom- und Jodverbindungen von Ammonium, Antimon, Quecksilber, Blei, Zink, Zinn und Wismuth. Nach längerem Erhitzen und erfolgter Reduction treten bei den genannten Metallverbindungen die betreffenden Oxydbeschläge auf. Auch die schwefelsauren Alkalien, Chlor-, Brom- und Jodalkalien geben, nachdem die schmelzende Probe in die Kohle gezogen ist, einen weissen Beschlag, der beim Anblasen die charakteristische Alkali-Flammenfärbung zeigt (siehe Tab. VII pag. 74).

Tab. IV. Prüfung

Reaction:	Flüchtige Metalle, resp. deren Verbindungen:
3. Beschlag von **Bleioxyd:** heiss: **dunkelcitronengelb,** kalt: **schwefelgelb,**[5] (Mit weissem Rande von Bleicarbonat bez. Bleisulfat.) Der Beschlag ist leicht dislocirbar. Die Probe umgiebt sich beim Erhitzen mit einem blauen Schein. Durch Reduction erhält man ein geschmeidiges Metallkorn.	**Blei.**[4]
4. Beschlag von **Wismuthoxyd:** heiss: **dunkelorangegelb,** kalt: **citronengelb,**[6] (Mit weissem Rande von Wismuthcarbonat.) Der Beschlag erscheint näher der Probe als der Bleibeschlag und verflüchtigt sich ohne farbigen Schein. Durch Reduction erhält man ein etwas sprödes Metallkorn.	**Wismuth.**
5. Beschlag von **Cadmiumoxyd:** Nahe der Probe: **dunkelgrau,** schwach metallglänzend u. krystallinisch; weiter entfernt: **rothbraun, orangegelb bis gelb,** in allmäligen Uebergängen.[8] Gelber Rauch. Durch Reduction erhält man ein geschmeidiges Metallkorn.	**Cadmium.**[7]
6. Beschlag von **Zinkoxyd** (Reductionsflamme): heiss: **gelb,** kalt: **weiss.** Der nahe der Probe auftretende Beschlag phosphorescirt in der Oxydationsflamme, ohne sich zu verflüchtigen. Mit Kobaltsolution geglüht färbt sich der Beschlag hell gelbgrün.[10] Metallkorn spröde.	**Zink.**[9]

auf Kohle.

Anmerkungen und specieller Nachweis.
4) Bei Gegenwart von Antimon erscheint der Beschlag dunkelorangegelb (Antimonsaures Blei). 5) Ueber die Unterscheidung von Blei und Wismuth siehe Abs. 4, Anmerk. 6.
6) Zur Unterscheidung von Blei wird die Probe mit einem Gemisch von Jodkalium und Schwefel auf Kohle geschmolzen. Bei Gegenwart von Wismuth erhält der Beschlag einen ziegelrothen Saum von Wismuthjodid.
7) Bei Gegenwart von Zink schmilzt man die Probe mit Soda oder oxalsaurem Kalium auf Kohle, wobei zuerst der Beschlag von Cadmium, später der Zinkbeschlag entsteht. 8) Aehnliche braune Beschläge geben Chlormangan, Chlorkupfer und Mangansulfat.
9) Kieselige und andere schwer reducirbare Zinkerze werden mit Soda oder besser mit oxalsaurem Kalium auf Kohle im Reductionsfeuer eingeschmolzen. Die reducirten Metallkörnchen prüft man, nach dem Ausschlemmen aus der Schmelze, auf Kohle, falls nicht schon die genannte Schmelze einen deutlichen Zinkbeschlag gab. 10) Bei Gegenwart von Zinn wird der mit Kobaltsolution geglühte Beschlag ganz nahe der Probe grünblau (Zinn), weiter entfernt hell gelbgrün (Zink). Zur sicheren Beobachtung bedient man sich der Lupe.

Tab. IV. Prüfung

Reaction:	Flüchtige Metalle, resp. deren Verbindungen:
7. Beschlag von **Zinnoxyd** (Reductionsflamme): heiss: **schwach gelb,** kalt: **rein weiss.** Der Beschlag tritt unmittelbar an der Probe auf, dieselbe überdeckend. In der Oxydationsflamme phosphorescirt er, ohne sich zu verflüchtigen. Mit Kobaltsolution geglüht färbt sich der Beschlag grünblau.[12]) Metallkorn geschmeidig.	**Zinn.**
8. Beschlag von **Seleniger Säure** z. Th.: Nahe der Probe: **stahlgrau,** schwach metallglänzend; weiter entfernt: **dunkelgrau,** matt, mitunter einen rothen Saum zeigend.[13]) Brauner Rauch mit charakteristischem Geruch. Der Beschlag verflüchtigt sich beim Anblasen mit blauem Schein.	**Selen.**
9. Beschlag von **Telluriger Säure:** **weiss,** zuweilen mit bräunlicher oder dunkelgelber Kante.[14]) Weisser Rauch. Der Beschlag verflüchtigt sich beim Anblasen mit grünlichem Schein.	**Tellur.**[15])
10. Beschlag von **Molybdänsäure:** heiss: **gelblichweiss,** kalt: **weiss,** z. Th. in Form von Krystallblättchen.[16]) Wird der Beschlag hastig angeblasen, so erscheint er schön dunkelblau (Molybdäns. Oxyd), bei stärkerem Erhitzen dunkel kupferroth und metallisch glänzend (Molybdänoxyd).	**Molybdän.**[17])

auf Kohle.

Anmerkungen und specieller Nachweis.
11) Oxydische und kieselige Zinnerze werden mit Soda oder besser mit oxalsaurem Kalium auf Kohle im Reductionsfeuer eingeschmolzen und die reducirten Metallkörnchen, nach dem Ausschlemmen aus der Schmelze, für sich auf Kohle geprüft. Ein vorzügliches Mittel Zinn selbst in stark quarzigen Erzen nachzuweisen ist folgendes: Eine ganz schwach mit Kupferoxyd gefärbte Boraxperle wird mit einem kleinen Partikel der fraglichen Substanz kurze Zeit im Oxydationsfeuer geschmolzen. Bei Gegenwart von Zinn reducirt sich das Kupferoxyd zu Oxydul und die Perle erscheint nach dem Erkalten roth. 12) Bei Gegenwart von Zink wird der mit Kobaltsolution geglühte Beschlag nahe der Probe grünblau (Zinn), weiter entfernt hell gelbgrün (Zink).
13) Bei Gegenwart von Blei oder Antimon erscheint der Beschlag carmoisinroth.
14) Der Tellurbeschlag ist weniger flüchtig als der Antimonbeschlag und erscheint deshalb näher der Probe, als dieser. 15) Zur Erkennung geringer Mengen von Tellur, namentlich in selenhaltigen Verbindungen, schmilzt man die gepulverte Probe mit Soda und etwas Kohlenpulver im Glaskölbchen und befeuchtet die erkaltete Schmelze mit Wasser, welches bei Gegenwart von Tellur roth gefärbt wird.
16) Der Beschlag erscheint oft erst nach längerem Erhitzen mit der Oxydationsflamme. 17) Bei Gegenwart von flüchtigen Metallen (Blei etc.) wird der Molybdänbeschlag durch den der übrigen Metalle verdeckt. Der Nachweis geschieht hier am besten durch Prüfung im Borax- und Phosphorsalzglase, siehe Tab. V und VI pag. 64 und 70.

Tab. IV. Prüfung

Reaction:	Flüchtige Metalle, resp. deren Verbindungen:
11. Beschlag von **Silberoxyd:** **schwach rothbraun.**[18] Metallkorn geschmeidig.	**Silber.**[19]

B. Die Probe gibt nach längerem Erhitzen einen unveränderlichen Rückstand.[20]

1. Der Rückstand bildet ein Metallkorn oder eine mehr oder weniger schwerschmelzbare metallische Masse.	**Eisen, Kobalt, Nickel,**[21] magnetisch. **Kupfer,**[21] **Silber,**[22] **Gold.**[22] **Platin, Iridium, Rhodium, Palladium.**[23] **Wolfram, Mangan, Chrom.**[21] **(Niob, Tantal.)**[21]

auf Kohle.

Anmerkungen. Specieller Nachweis.

18) Nur reiche Silbererze geben auf Kohle diesen Beschlag und zwar erst nach andauerndem Erhitzen. Bei Gegenwart von Blei färbt sich der Beschlag am äusseren Rande dunkelroth; bei gleichzeitiger Anwesenheit von Antimon carmoisinroth.

19) Ueber den Nachweis geringer Mengen von Silber siehe Abschnitt B Anmerk. 22.

20) Ein solcher Rückstand kann sich bei zusammengesetzten Verbindungen ev. ergeben, nachdem die unter 1—10 aufgeführten Metalle vollständig verflüchtigt sind.

21) Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Wolfram, Mangan und Chrom werden im Boraxglase nachgewiesen. Niob, Tantal, sowie Beryll und Zirkon sind in zusammengesetzten Verbindungen vor dem Löthrohr nicht mit Sicherheit zu erkennen.

22) Das Silber gibt zwar einen Beschlag, doch tritt derselbe erst nach andauerndem, starken Schmelzen auf. Siehe Anm. 18.
Am sichersten wird ein Gehalt an Silber und Gold erkannt, indem man die auf Kohle reducirte Probe mit Probirblei zusammenschmilzt und auf der Knochenasch-Kapelle abtreibt, wie dies bei der quantitativen Probe pag. 118 angegeben ist.
Ist der Goldgehalt sehr gering, so löst man mehrere der auf Kohle reducirten Proben in Königswasser und dampft die Lösung zur vollständigen Entfernung der Salpetersäure wiederholt mit überschüssiger Salzsäure ein. Der Rückstand, in heissem Wasser gelöst, gibt mit Zinnfolie, bei Gegenwart von Gold, nach einigen Stunden einen deutlichen Absatz von Goldpurpur.

23) Platin gibt eine graue schwammige Masse, die sich im Achatmörser zu glänzenden Metallflittern zerreiben lässt. Der Nachweis von Iridium, Rhodium, Palladium geschieht am besten auf nassem Wege; man kann hierzu die auf Kohle reducirte Masse verwenden, die man in Königswasser löst.

Tab. IV. Prüfung

2. Der Rückstand bildet eine unschmelzbare nicht metallische Masse, die beim Glühen stark leuchtet. (Farbe: häufig weiss, aber auch grau bis schwarz.)	**Kalk, Baryt, Strontian.**[24] **Thonerde, Magnesia.**[25] **Beryll-, Zirkon-, Cer-,**[21] **Lanthan-, Didym-, Thor- und Yttererde.**[26] Auch die **Alkalien** (**Kali, Natron, Lithion, Rubidium, Cäsium**) können, so weit sie nicht in die Kohle gezogen sind, in diesem Rückstand enthalten sein.[27]

Fortsetzung der Untersuchung: Den auf **Kohle** erhaltenen **Rückstand** untersucht man nunmehr zur Bestimmung der nicht flüchtigen **Metalloxyde** im **Borax-** und **Phosphorsalzglase** nach **Tab. V** und **VI** pag. 60 u. f.,

auf Kohle.

24) Kalk, Baryt, Strontian erkennt man durch Prüfung auf Flammenfärbung Tab. VII pag. 74.

25) Ist die Masse rein weiss, so befeuchtet man sie mit Kobaltsolution und erhitzt bis zur Rothgluth. Es färben sich nach dem Erkalten schön blau: Thonerde, schwach fleischroth: Magnesia.

Färbende Bestandtheile in der Probe heben die Reaction auf. War deshalb die Masse nicht absolut farblos, so werden Thonerde und Magnesia auf folgende Art nachgewiesen.

Man schmilzt die Probe am Platindraht mit saurem Kaliumsulfat zusammen, laugt die gepulverte Probe mit heissem Wasser aus und versetzt einen Tropfen der klaren Lösung auf einem Objectglase mit einem Körnchen Cäsiumchlorid. Bei Gegenwart von Thonerde bilden sich sogleich zahlreiche oktaedrische Krystalle von Cäsiumalaun, die bei schwacher mikroskopischer Vergrösserung leicht erkennbar sind. Ein zweiter Tropfen der Lösung wird mit Ammoniak neutralisirt und auf dem Objectglase mit einem Körnchen Phosphorsalz in Berührung gebracht. Nach einiger Zeit scheiden sich bei Gegenwart von Magnesia mikroskopische Krystalle von Ammoniummagnesiumphosphat aus. (Näheres über diese beiden mikrochemischen Reactionen siehe: Silicatunters. pag. 90 und 91.)

26) Diese selteneren Erden lassen sich in ihren Verbindungen mittelst des Löthrohrs meist nicht mit Sicherheit erkennen. Behufs ihres Nachweises ist man daher auf den nassen Weg angewiesen.

27) Kali, Natron und Lithion erkennt man durch Prüfung auf Flammenfärbung. Für die Bestimmung von Rubidium und Cäsium fehlt es an zuverlässigen Löthrohrreactionen.

sowie zur Erkennung eines Theiles der **alkalischen Erden** und **Alkalien** durch Prüfung auf **Flammenfärbung**, nach **Tab. VII** pag. 74.

Tab. V. Prüfung im Borax-

Beim Zusammenschmelzen der Metalloxyde mit doppelt borsaurem Natrium entstehen borsaure Metalle, die von dem borsauren Natrium leicht und mit charakteristischer Farbe zu klarem Glase gelöst werden.

Behufs Ausführung der Prüfung pulvert man den auf Kohle erhaltenen Rückstand und setzt davon nach und nach kleine Partikel der am Platindraht befindlichen Boraxperle zu. Das Einschmelzen geschieht zu-

---

Die verschiedenen Farbenstufen entsprechen den Sättigungsgraden der Perlen.

Uebersättigte Perlen geben z. Th. schon im Oxydationsfeuer die Farben der reducirten Perlen.

Farbe der Perle in der **Oxydationsflamme:**	Färbende **Metalle:**	Farbe der Perle in der **Reductionsflamme,** resp. bei Zusatz von Zinnchlorür:
1. heiss: **gelb — roth.** kalt: **farblos — gelb.**	**Eisenoxyd.** [1])	heiss u. kalt: **bouteillengrün** (Oxyd-oxydul), nach Zusatz von Zinnchlorür: **vitriolgrün** (Oxydul).
2. heiss: **gelb — dunkelroth.** kalt: **gelbgrün — grün.**	**Chromoxyd.** [2])	heiss u. kalt: **schön smaragdgrün.**

glase. (Hierzu die Farbentafel.)

nächst mit der Oxydationsflamme, wobei für die einzelnen Sättigungsstufen die Färbung in der Hitze und nach dem Erkalten zu beobachten ist.

Alsdann wird die Perle reducirt und zwar entweder mit der blossen Reductionsflamme, oder unter Zusatz eines kleinen Körnchens Zinnchlorür. (Anleitung zur speciellen Ausführung siehe pag. 14.)

Die Schwefel-, Arsen-, Antimon-Verbindungen müssen vorher vollständig abgeröstet werden; Blei-, Wismuth-, Zink-, Zinn- und Cadmium-Verbindungen von diesen Metallen völlig befreit sein.

! Andere Färbungen der Oxydationsperle als sie in der Tabelle links angeführt sind, deuten auf das Vorhandensein mehrer färbenden Metalloxyde, worüber die Angaben in der Columne rechts nachzulesen sind.

Verhalten zusammengesetzter Metallverbindungen.

Specieller Nachweis.

1) Eisen bei einem Gehalt an **Mangan:**

Oxyd. heiss: **blutroth,** kalt: **bräunlich-gelb.** Red. mit Zinnchlorür: **vitriol-grün.** Ueber den Nachweis geringer Mengen von Mangan siehe die Anmerkung zu 4.

Eisen bei einem Gehalt an **Kupfer:**

Oxyd. heiss: **grün,** kalt: **grünlichgelb.** Red. mit Zinnchlorür: **Siegellackroth.**

Eisen bei einem Gehalt an **Nickel:**

Oxyd. heiss: **grün,** kalt: **grünlich-gelb.** Red. mit Zink-chlorür: **emailartig grau.**

Eisen bei geringem **Kobaltgehalt:** Oxyd. **grüngelb,** Red. **grüngelb.**

2) **Eisen** lässt sich neben **Chrom** erkennen durch Schmelzen der Probe mit Soda oder oxals. Kalium auf Kohle. Aus der gepulverten Schlacke kann met. Eisen ausgeschlämmt werden.

Chromsaure Salze entwickeln mit saurem Kaliumsulfat und Chlornatrium im Glasrohr geschmolzen **dunkelbraunrothe Dämpfe** (s. Tab. III Abs. 12). Chromoxyd gibt diese Reaction nicht.

Geringe Beimengungen von **Chrom** in **Eisenerzen** sind durch die Phosphorsalzperle nachweisbar (s. Tab. VI Anm. 1).

Tab. V. Prüfung

Farbe der Perle in der **Oxydationsflamme:**	Färbende **Metalle:**	Farbe der Perle in der **Reductionsflamme,** resp. bei Zusatz von Zinnchlorür:
3. heiss: **grün — dunkelgrün,** kalt: **blau — grünlichblau.**	**Kupferoxyd.**[3]	heiss: **farblos — grün.** kalt: **roth und undurchsichtig** (Oxydul).
4. heiss: **violett.** kalt: **violettroth.** Bei zu starker Sättigung in beiden Fällen **schwarz.**	**Manganoxyd.**[4]	heiss u. kalt: **farblos** (Oxydul).
5. heiss: **röthlich violett,** kalt: **rothbraun.**	**Nickeloxydul.**[5]	heiss: **farblos,** kalt: **grau** und **trübe** bis **undurchsichtig.** (Fein zertheiltes met. Nickel.)
6. heiss u. kalt: **smalteblau—tief dunkelblau.** Bei zu starker Sättigung: **schwarz.**	**Kobaltoxydul.**[6]	heis u. kalt: **smalteblau—tief dunkelblau,** bez. **schwarz.**

im Boraxglase.

Verhalten zusammengesetzter Metallverbindungen.

Specieller Nachweis.

3) Kupfer bei einem Gehalt an **Eisen:**
Oxyd. heiss: **grün,**
kalt: **grün**
(Mischfarbe von Fe und Cu).
Red. heiss: **vitriolgrün,**
kalt: **roth.**

Ein geringer **Kupfergehalt** in **Bleierzen** ist nachweisbar, indem man das Blei mit Borsäure auf Kohle verschlackt und den Rückstand im Boraxglase prüft.

Auf Kohle kann das **Kupfer** aus der **Boraxperle** mittelst der Reductionsflamme **metallisch** ausgeschieden werden, so dass die Perle **farblos** erscheint, wenn andere färbende Metalle nicht zugegen sind. Hiervon kann man zur Bestimmung von Nebenbestandtheilen Gebrauch machen. Die Anwendung von Zinnchlorür ist dabei jedoch zu vermeiden.

4) Mangan bei einem Gehalt an **Eisen:**
Oxyd. heiss: **blutroth,** kalt: **rothbraun.**
Red. mit Zinnchlorür: **vitriolgrün.**

Mangan bei einem Gehalt an **Kobalt:**
Oxyd. **grün,** Red. **blau.**

Geringe Mengen von **Mangan** werden durch Zusatz der 4fachen Menge **Soda** zur Boraxperle erkannt. Die Perle erscheint undurchsichtig **blaugrün.**

Spuren von Mangan weist man nach durch Schmelzen mit Soda und Salpeter auf Platinblech: **blaugrüne Schmelze.**

5) Auf **Kohle** kann durch kräftige **Reduction** das ausgeschiedene **Nickel** zu einem Metallkorn vereinigt werden, so dass die Perle, bei Abwesenheit anderer färbenden Metalle, **farblos** erscheint.

Nickel bei einem Gehalt an **Eisen:**
Oxyd. heiss: **braunroth,**
kalt: **braun.**
Red. Nach Ausscheidung des Nickels auf Kohle: **grün.**

Bei einem Gehalt an **Kobalt:**
Oxyd. heiss: **blauviolett.**
kalt: **violettbraun —unrein grün.**
Red. nach Ausscheidung des Nickels auf Kohle: **blau.**
(Siehe auch Phosphorsalzperle.)

6) Geringe Beimengungen von **Nickel** werden erkannt, indem man die Perle durch Zusatz von **Zinnchlorür** reducirt, wodurch dieselbe **grau** und **trübe** wird.

Ein **grösserer Nickelgehalt** färbt die **Oxydationsperle** nach dem Erkalten **unrein grün.** Bei Gegenwart von **Eisen** erscheint die schwach gesättigte Perle heiss: **grün,** kalt: **blau.**

Ist neben **Kobalt** auch auf **Mangan, Nickel, Eisen** und **Kupfer** zu prüfen, so wird die Probesubstanz **arsenicirt** (mit met. Arsen oder arsensaurem Kalium zusammengeschmolzen) und im **Boraxglase auf Kohle** verschlackt. Bei successiver Erneuerung des Boraxglases erscheint die Oxydationsperle zunächst gelbgrün (Eisen), später blau (Kobalt), dann braun—grau (Nickel) und endlich undurchsichtig roth (Kupfer). Ueber die specielle Ausführung siehe die quantitative Kobalt-Nickelprobe pag. 122.

Tab. V. Prüfung

Farbe der Perle in der **Oxydationsflamme:**	Färbende **Metalle:**	Farbe der Perle in der **Reductionsflamme,** resp. bei Zusatz von Zinnchlorür:
7. heiss: **gelb—roth.** kalt: **farblos—gelb.**	**Uranoxyd.**	heiss u. kalt: **dunkelgrün.**[7]
8. heiss: **dunkelgelb—roth,** kalt: **gelb.**	**Ceroxydul.**[8]	heiss: **farblos,** kalt: **farblos — emailweiss** und **krystallinisch,** namentl. nach dem „Flattern".
9. heiss: **farblos—gelb,** kalt: **farblos.** Bei starker Sättigung: **emailweiss.**	**Wolframsäure.**[9]	heiss: **farblos—gelb,** kalt: **gelblichbraun** (Oxyd).
10. heiss: **farblos—gelb,** kalt: **farblos.** Bei starker Sättigung: **unklar emailartig.**	**Titansäure.**[10]	heiss u. kalt: **gelb — braun.** Bei starker Sättigung ev. nach dem Flattern: **emailblau.**
11. heiss: **gelb—dunkelroth,** kalt: **farblos.** Bei starker Sättigung: **opalartig—emailblaugrau.**	**Molybdänsäure.**[12]	heiss: **gelb—braun,** kalt: **braun—dunkelbraun.**[11]
12. heiss: **farblos—gelb,** kalt: **grünlichgelb.**	**Vanadinsäure.**[13]	heiss: **bräunlich,** kalt: **chromgrün** (Oxyd).

im Boraxglase.

Verhalten zusammengesetzter Metallverbindungen. Specieller Nachweis.
7) Bei starker Sättigung und vollständiger Reduction: trüb dunkelgrün bis schwarz, namentlich nach dem „Flattern" der Perle.
8) Das **Cer** findet sich gewöhnlich in Verbindung mit Lanthan und Didym, welche Elemente jedoch neben Cer, auf pyrochemischem Wege nicht mit Sicherheit erkannt werden können. Ist Didym in grösserer Menge enthalten, so erscheint die stark gesättigte, reducirte Perle **schwach rosa.**
9) Ein geringer Gehalt an **Wolfram** gibt sich deutlicher im Phosphorsalzglase zu erkennen.
10) Ein geringer Gehalt an **Titan** ist deutlicher im Phosphorsalzglase zu erkennen.
11) Bei starker Reduction auf Kohle: **Gelbes Glas** mit Ausscheidung von **schwarzem Molybdänoxyd.** 12) Ein geringer Gehalt an Molybdän ist deutlicher im Phosphorsalzglase zu erkennen.
13) Die Vanadinbleierze geben im Boraxglase bei nicht zu starker Sättigung reine Vanadin-Reaction. Auch kann man das Blei auf Kohle verflüchtigen, um bei geringem Vanadingehalt die Färbung deutlicher hervortreten zu lassen.

Tab. V. Prüfung

Anhang I. Die **flüchtigen Metalloxyde** sind bei der systematischen Untersuchung zwar bereits auf Kohle entfernt worden. Die Trennung ist jedoch selten eine vollständige, und es gelangen deshalb mitunter kleinere Mengen dieser Oxyde in die Boraxperle und geben nachstehende Reactionen;

Farbe der Perle in der **Oxydationsflamme:**	Färbende **Metalle:**	Farbe der Perle in der **Reductionsflamme,** resp. bei Zusatz von Zinnchlorür.
13. heiss: **gelblich,** kalt: **farblos,** in grosser Menge zu klarem Glase löslich.	**Antimonoxyd.**	**Grau und trübe.** Nach längerer Reduction auf Kohle erhält man durch Verflüchtigung des Antimon ein klares Glas (Antimonbeschlag).
14. heiss: **gelb,** kalt: **farblos — trübe emailgelb.**	**Bleioxyd.**	Auf Kohle: **emailartig trübe.** Das Glas breitet sich auf der Kohle aus und nach längerer Reduction wird es, durch Ausscheidung von Blei, farblos (Bleibeschlag).
15. heiss: **farblos — gelblichroth,** kalt: **farblos — opalartig.**	**Wismuthoxyd.**	Auf Kohle: **grau und trübe.** Nach längerer Reduction auf Kohle erhält man durch Ausscheidung von Wismuth ein farbloses Glas (Wismuthbeschlag).
16. heiss: **gelblich,** kalt; **farblos — emailartig.**	**Zinkoxyd.**	Auf Kohle: **unklar grau.** Nach Ausscheidung des Zink mittelst andauernder Reductionsflamme: **farblos** (Zinkbeschlag).
17. heiss u. kalt; **farblos.** Das gesättigte Glas wird jedoch bei nochmaligem Glühen unklar und krystallinisch.	**Zinnoxyd.**	Auf Kohle: **unklar.** Nach längerer Reduction, durch **Ausscheidung von Zinn,** klares Glas (Zinnbeschlag).

Fortsetzung der Untersuchung. Entstand im **Boraxglase keine Färbung,** so kann die Substanz nunmehr nach **Tab. VII** auf **Flammenfärbung** untersucht werden.

Anhang II. Verhalten der Erden im Boraxglase.

Das Boraxglas wird nur in wenigen besonderen Fällen zur Bestimmung der Erden Verwendung finden; da aber die vorstehenden Reactionen durch die Gegenwart alkalischer und metallischer Erden beeinflusst werden können, so beachte man Folgendes:

Probesubstanz:	Reaction im Boraxglase:	Specieller Nachweis:
18. **Kalk, Magnesia, Baryt, Strontian.**	Sämmtlich leicht und in bedeutender Menge zu klarem Glase löslich, das unklar geflattert werden kann und bei starker Sättigung, während der Abkühlung von selbst unklar wird. Die erkaltete Perle erscheint alsdann bei Gegenwart von: **Kalk** { durchscheinend weiss und stark krystallinisch. **Magnesia, Baryt, Strontian** { emailartig weiss und weniger stark krystallinisch als Kalk.	**Kalk, Baryt, Strontian** werden am **sichersten** durch Prüfung auf **Flammenfärbung** nachgewiesen (siehe Tab. VII pag. 74). **Magnesia** und **Thonerde** sind in den meisten Fällen durch das Löthrohr nicht nachweisbar. Man bedient sich an Stelle dessen am besten der mikrochemischen Reactionen (siehe Anmerk. 25 pag. 59). Auch behufs sicherer Erkennung von **Beryllium, Zirkonium, Yttrium, Erbium, Lanthan** ist man auf anderweitige analytische Methoden angewiesen.
19. **Thonerde.**	Zu klarem Glase auflöslich, das selbst bei starker Sättigung nicht unklar wird, wohl aber sehr strengflüssig und krystallinisch.	
20. **Beryllium, Zirkonium, Yttrium, Erbium. Lanthan.**	Sämmtlich zu klarem Glase löslich, das milchweiss geflattert werden kann und bei starker Sättigung, während der Abkühlung von selbst milchweiss wird.	

Wurde dagegen die **Boraxperle gefärbt,** so empfiehlt es sich zur Controle auch die Prüfung im **Phosphorsalzglase** auszuführen, namentlich wenn die Färbung auf die Anwesenheit mehrerer Metalle schliessen lässt.

Tab. VI. Prüfung im Phosphor-

Die Wirkung des **Ammonium-Natriumphosphates**, das sich beim Schmelzen in **Metaphosphorsaures Natrium** verwandelt, ist der des Boraxglases analog. Die Metalloxyde lösen sich im Phosphorsalz als Phosphate und zwar durchweg mit **helleren und reineren** Farben als im Boraxglase, was namentlich bei gleichzeitiger Anwesenheit mehrerer färbenden

Färbung der Perle in der **Oxydationsflamme:**	Färbende **Metalle:**	Färbung der Perle in der **Reductionsflamme,** resp. bei Zusatz von Zinnchlorür:
1. heiss: **gelblichroth — roth;** während der Abkühlung: **gelb—braunroth;** dann: **grünlich—grün,** kalt: **farblos — bräunlichroth.**	**Eisenoxyd.** [1]	**Wie im Oxydationsfeuer, jedoch merklich heller.** Nicht zu stark gesättigte Perlen erscheinen nach dem Erkalten farblos.
2. heiss: **röthlich;** während der Abkühlung: **unrein grün,** kalt: **smaragdgrün.**	**Chromoxyd.** [2]	**Wie im Oxydationsfeuer, jedoch merklich dunkler.**
3. heiss: **grün,** kalt: **blau—grünlichblau.**	**Kupferoxyd.** [3]	heiss: **farblos—grün,** kalt: **roth und undurchsichtig** (Oxydul).
4. heiss: **braunviolett,** kalt: **rothviolett.**	**Manganoxyd.** [4]	heiss u. kalt: **farblos.**
5. heiss: **röthlich — bräunlichroth,** kalt: **gelb—röthlichgelb.**	**Nickeloxydul.** [5]	Mit Zinnchlorür: **grau und trübe — undurchsichtig.**
6. heiss: **smalteblau,** kalt: **hell smalteblau.**	**Kobaltoxydul.** [6]	**Wie im Oxydationsfeuer.**

salzglase. (Hierzu die Farbentafel.)

Metalle von Bedeutung ist. Auch geht die Reduction schneller von statten und die Färbungen gewisser Metalle, wie z. B. von **Wolfram, Titan, Molybdän,** sind charakteristischer als im Boraxglase. Es ist daher unter Umständen geboten, beide Prüfungen auszuführen.

Verhalten zusammengesetzter Metallverbindungen.

Specieller Nachweis.

1) Da die nicht zu stark gesättigte **Eisenperle** nach erfolgter **Reduction** in der Kälte **farblos** erscheint, so können **andere färbende Nebenbestandtheile,** ausgenommen Mangan und Cer, in der Eisenperle durch Reduction nachgewiesen werden.

Bei Gegenwart von **Titan,** selbst in geringer Menge, entsteht eine **Mischfarbe** von **Ti** und **Fe,** welche die **reducirte** Perle nach dem Erkalten **blutroth** erscheinen lässt.

Eine geringe Beimengung von **Chrom** färbt die Reductionsperle nach dem Erkalten **hellgrün.**

2) Um **Eisen** neben **Chrom** zu erkennen, schmilzt man die Probe mit **Soda** oder **neutralem oxalsauren Kalium** auf Kohle im Reductionsfeuer. Aus der **grün** gefärbten Schlacke kann **met. Eisen** ausgeschlemmt werden.

Die Farbe der Sodaschlacke lässt das **Chromoxyd** von **Uranoxyd** unterscheiden (s. Abs. 7).

3) Das **Kupfer** kann auf **Kohle** im Reductionsfeuer **metallisch** ausgeschieden werden, so dass das Glas, bei Abwesenheit anderer färbenden Metalle farblos erscheint. (Die Anwendung von Zinnchlorür ist hierbei zu vermeiden.)

4) **Eliminirt** man die **Manganfärbung** durch Reduction, so treten die Färbungen etwaiger Nebenbestandtheile in der Perle rein hervor.

5) Bei Gegenwart von wenig **Kobalt** erscheint die **Oxydationsperle: grün;** bei grösserem Kobaltgehalt **blau,** nach der Reduction mit Zinnchlorür: **trübe grau.**

Das **Nickel** kann auf **Kohle** im Reductionsfeuer **metallisch** ausgeschieden werden, so dass das Glas bei Abwesenheit anderer färbenden Metalle **farblos** wird. Die Anwendung von Zinnchlorür ist hierbei zu vermeiden.

6) In zusammengesetzten Verbindungen kommen hier die Farben der übrigen Metalloxyde neben Kobaltoxydul mehr zur Geltung, als in der Boraxperle.

Ein geringer **Nickelgehalt** lässt sich an der Trübung der Perle bei Behandlung mit Zinnchlorür erkennen.

Tab. VI. Prüfung im

Färbung der Perle in der **Oxydationsflamme:**	Färbende **Metalle:**	Färbung der Perle in der **Reductionsflamme,** resp. bei Zusatz von Zinnchlorür:
7. heiss: **gelb,** kalt: **gelbgrün.**	**Uranoxyd.**[7])	heiss: **unrein grün,** kalt: **vitriolgrün** (Oxydul).
8. heiss: **farblos—gelb,** kalt: **farblos.**	**Wolframsäure.**[8])	heiss: **unrein grün,** kalt: **blau** (Wolframs. Oxyd), mit Zinnchlorür: **dunkelgrün** (Oxyd).
9. heiss: **farblos—gelb,** kalt: **farblos.**	**Titansäure.**[9])	heiss: **gelb,** kalt: **violett** (Oxyd).
10. heiss: **gelbgrün,** kalt: **fast farblos.**	**Molybdänsäure.**[10])	heiss: **unrein dunkelgrün,** kalt: **rein grün** (Oxyd).
11. heiss: **gelb—dunkelgelb,** kalt: **hellgelb.**	**Vanadinsäure.**[11])	heiss: **bräunlich,** kalt: **chromgrün.**
12. heiss u. kalt: **farblos.**	**Didymoxyd.**[12])	bei starker Sättigung mit Zinnchlorür: **violett** im durchfallenden Licht.
13. heiss: **dunkelgelb—roth,** kalt: **farblos.**	**Ceroxydul.**[12])	heiss u. kalt: **farblos** selbst bei starker Sättigung.
14. heiss: **gelb,** kalt: **farblos.**	**Niobsäure.**[12])	heiss u. kalt: **farblos,** bei starker Sättigung: **braun.**

Phosphorsalzglase.

Verhalten zusammengesetzter Metallverbindungen.

Specieller Nachweis.

7) Um **Eisen** neben **Uran** zu erkennen, schmilzt man die Probe mit **Soda** oder **neutralem oxalsaurem Kalium** auf Kohle in der Reductionsflamme. Aus der **gelbbraunen** Sclacke kann metallisches Eisen ausgeschlemmt werden.
Die Farbe der Sodaschmelze lässt das Uranoxyd von Chromoxyd unterscheiden (s. Abs. 2).

8) Die Reaction ist charakteristischer als im Boraxglase.
Bei Gegenwart von **Eisen** erscheint die Reductionsperle heiss: **grün**, kalt: **braungelb—braunroth.** (Siehe auch Titaneisen Abs. 9.) Ist der **Eisengehalt** aber gering, so bleibt die Reductionsperle **blau** gefärbt, wie von reinem Wolfram.
Mit einem reichlichen Zuschlag von **Soda** auf Kohle geschmolzen erhält man **metallisch glänzendes Wolframoxyd-Natrium** (Unterschied von Titan bei Gegenwart von Eisen).

9) Die Reaction ist empfindlicher als im Boraxglase.
Bei Gegenwart von **Eisen,** im Reductionsfeuer:
heiss: **gelb,**
kalt: **braungelb—braunroth** (siehe Wolframsäure).
Selbst geringe Mengen von **Titan** können hierdurch ev. unter Zusatz von Eisenoxyd nachgewiesen werden.
Auf Kohle mit **Soda** gibt **Titan** ein **gelbes Glas,** das unter schwachem Aufglühen krystallisirt. Nach dem Erkalten ist die Schmelze grauweiss—weiss (s. Wolfram).

10) Die Reaction in der Reductionsflamme ist hier empfindlicher als im Boraxglase.

11) Auch bei Gegenwart von **Blei** tritt die Reaction deutlich hervor. Das verschlackte Blei kann man auf Kohle verflüchtigen, um bei geringem **Vanadingehalt** die Färbung besser hervortreten zu lassen.

12) In zusammengesetzten Verbindungen ist eine Trennung von **Didym, Cer** und **Niob** mittelst des Löthrohrs nicht zu ermöglichen und man ist deshalb behufs Ermittlung der einzelnen Metalle auf andere analytische Methoden angewiesen.

15. **Kieselsäure** und deren Verbindungen.	**Kieselsaure Verbindungen** werden in **Pulverform**, mehr oder weniger schwer, aber vollkommen vom Phosphorsalzglase gelöst. In Form eines kleinen Splitters verwendet, werden die Silicate in schmelzendem Phosphorsalz meist löcherig ausgenagt; das Ungelöste erscheint durchsichtig. In Pulverform ist auch die reine Kieselsäure in namhafter Menge im Phosphorsalzglase löslich.

Fortsetzung der Untersuchung: Ergab die bisherige Untersuchung, dass eine Verbindung von **Schwefel, Arsen, Antimon, Selen** oder **Tellur** mit **Schwermetallen** vorliegt, oder war aus dem Verhalten auf Kohle die **Abwesenheit** von **Alkalien** und **alkalischen Erden** zu constatiren, so ist der allgemeine Untersuchungsgang mit der Prüfung im Phosphorsalzglase als beendet zu betrachten.

Phosphorsalzglase.

Schmilzt man **kieselsaure Verbindungen** mit möglichst wenig **Soda** am Platindraht, so wird die Schmelze, mit **Kobaltsolution** befeuchtet und abermals erhitzt: **blau.** Für den Nachweis von Kieselsäure ist die Reaction jedoch nur massgebend bei Abwesenheit von Borsäure und Phosphorsäure, wovon man sich durch Prüfung auf Flammenfärbung überzeugt.

Auch kann man die Sodaschmelze in Essigsäure lösen und durch vorsichtiges Eindampfen im Uhrschälchen die Kieselsäure gallertartig abscheiden. Ist der gelatinöse Rückstand sehr gering, so lässt er sich durch Betupfen mit Fuchsinlösung deutlich erkennbar machen.

Näheres über die Silicat-Unsersuchung siehe pag. 81.

Anderenfalls hat man den auf Kohle erhaltenen Rückstand bez. die ursprüngliche Substanz zum Nachweis von **Alkalien und alkalischen Erden** nach **Tab. VII** auf **Flammenfärbung** zu prüfen; desgl. wenn eine Controlbestimmung von **Phosphorsäure, Borsäure, Molybdän. Chlor** und **Brom** angezeigt erscheint.

Tab. VII. Prüfung

Die meisten Alkalien und alkalischen Erden färben die Löthrohrflamme in charakteristischer Weise und sind daran, selbst in zusammengesetzten Verbindungen, mit Sicherheit zu erkennen, wenn die Prüfung nach der pag. 16 angegebenen Methode ausgeführt wird.

Auch für Phosphorsäure, Borsäure, Molybdänsäure liefert die Flammenfärbung ein empfindliches Reagens.

Allgemeine Ausführung der Prüfung: Die Flamme muss eine kurze, scharfe und rein blau gefärbte Oxydationsflamme sein.

Man unterscheidet zwei Reactionsräume: a) **Spitzflamme**, b) **Saumflamme.** Die Substanz wird in Form eines feinen Splitters verwendet

Farbe der **Spitzflamme:**	Flammenfärbende **Substanzen:**	Farbe der **Saumflamme:**
1. **leuchtend gelb.**	**Natron.**[1])	**röthlich gelb.** Färbung dauernd.
2. **matt gelb.**	**Kalk.**[2])	**intensiv gelbroth.** Färbung dauernd.

auf Flammenfärbung.

und mittelst der Platinpincette so in die Flamme gebracht, dass nur die äusserste Spitze des Splitters erhitzt wird.

Pulverförmige Körper werden mit Wasser befeuchtet, in das Oehr des Platindrahtes gestrichen oder, wenn sie schwerschmelzbar sind, auf Platinblech zu einem Plättchen zusammengefrittet und in die Pincette genommen. In gleicher Weise werden decrepitirende Substanzen, nachdem sie gepulvert worden sind, behandelt.

Ist die Substanz in der Spitzflamme und Saumflamme geprüft worden, so wiederholt man die Untersuchung, indem die Probe zunächst mit Schwefelsäure und später mit Salzsäure befeuchtet wird.

(Specielle Anleitung zur Ausführung siehe pag. 16 und ev. die Anleitung zur Silicatuntersuchung pag. 81.)

Anmerkungen. Specieller Nachweis.

1) Da die unbedeutendsten Spuren von Natron die Flamme vorübergehend färben, so tritt die Natron-Reaction auf kurze Zeit fast bei allen Substanzen auf und es ist deshalb ein namhafter Gehalt an Natron nur zu constatiren, wenn die Färbung andauernd stark erscheint.

Ein Nebengehalt an **Kali, Lithion** oder **Kalk** ist in der Spitzflamme **nicht** erkennbar. Dagegen färben diese Stoffe die **äussere Saumflamme** bez. **violett, carminroth** oder **gelbroth,** während die innere Saumflamme **Natronfärbung** zeigt.

Die Natron-Spitzflamme erscheint
durch Kobaltglas: **unsichtbar — blau** (bei Gegenwart von Kali: **violett**),
durch Grünes Glas: **orangegelb.**

2) In geringer Menge am deutlichsten in der Saumflamme erkennbar. Mit Salzsäure tritt die Färbung intensiver hervor.

Spitzflamme bei Anwendung von Salzsäure:	Kalk und Natron:
durch Kobaltglas: **schwach grün-grau,**	Spitzflamme: **Natronfärbung.**
„ Grünes Glas: **zeisiggrün.**	Saumflamme, äussere: **gelbroth** (Ca).
	„ innere: **röthlich-gelb** (Na).

Tab. VII. Prüfung

Farbe der **Spitzflamme:**	Flammen-färbende **Substanzen:**	Farbe der **Saumflamme:**
3. **matt violett.**	**Kali.**[3])	**intensiv violett.** Färbung vorübergehend
4. **carminroth.**	**Lithion.**[4])	**intensiv carminroth.** Färbung vorübergehend.[5])
5. **purpurroth.**	**Strontian.**[5])	intensiv und leuchtend **purpurroth.** Färbung dauernd.

auf Flammenfärbung.

Anmerkungen. Specieller Nachweis.

3) In geringer Menge am besten in der Saumflamme erkennbar. Mit Salzsäure oder Schwefelsäure wird die Färbung intensiver und ist dann auch neben Natron in der Saumflamme deutlich wahrzunehmen.

Spitzflamme erscheint
durch Kobaltglas: **rothviolett** (bei Gegenwart von Kalk: **grüngrau**),
„ Grünes Glas: **fahlgrün.**

Kali und **Natron.**	**Kali** und **Phosphorsäure** oder **Borsäure.**
Spitzflamme: **Natronfärbung,** Saumflamme, äussere: **violett** (K), „ innere: **gelb** (Na).	Nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure: Saumflamme, äussere: **violett** (K), „ innere: **graugrün** (P), oder **intensivgrün** (B).

Cäsium und **Rubidium** ertheilen der Flamme die gleiche Färbung wie Kalium.

4) In geringer Menge am deutlichsten in der Spitzflamme erkennbar. Mit Salzsäure wird die Färbung intensiver.

Spitzflamme durch das Grüne Glas: **unsichtbar;**
bei Gegenwart von Natron: **orangegelb;**
bei Gegenwart von Kali: **fahl blaugrün.**

Lithion und **Natron.**
Saumflamme, innere: **röthlichgelb** (Na). „ äussere: **carminroth** (Li).

Lithion und **Phosphorsäure.**
Nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure: Saumflamme, innere: **röthlichgelb** (Na). „ äussere: **graugrün** (P).

5) Die **Lithion-Saumfärbung** tritt augenblicklich auf, verschwindet aber nach einiger Zeit vollständig. Die **Strontianfärbung** tritt erst später hervor, bleibt dann aber beständig.
Durch grünes Glas betrachtet erscheint die Strontianflamme orange gefärbt.

Mit Chlorbaryum zusammengeschmolzen erscheint die gelbgrüne Spitzflamme des Baryt bei Gegenwart von Lithion mit carminrothem Rande, während die Strontianfärbung in der Spitzflamme durch Barytfärbung vollständig aufgehoben wird. Fortsetzung pag. 79.

Tab. VII. Prüfung

Farbe der **Spitzflamme:**	Flammen-färbende **Substanzen:**	Farbe der **Saumflamme:**
6. **leuchtend, hell gelbgrün.**	**Baryt.**[6])	**fahl gelbgrün.** Färbung dauernd.
7. **fahl gelbgrün.**	**Phosphor-säure.**[7])	**bläulich grün.** Färbung schnell vorübergehend.
8. **leuchtend bläulichgrün.**	**Borsäure.**[8])	**blaugrün.** Färbung andauernder als Phosphorsäure.
9. **leuchtend azurblau,** nach längerem Erhitzen grün. (Kupfer.)	**Chlor** und **Brom** in Verbindung mit **Kupfer.**[9])	Wie in der Spitzflamme.

auf Flammenfärbung.

Anmerkungen. Specieller Nachweis.

In geringer Menge am deutlichsten in der Spitzflamme erkennbar. Mit Salzsäure wird die Färbung intensiver.

Strontian und **Natron.**	**Strontian** und **Kali.**
Saumflamme, innere: **gelbroth** (Na).	Saumflamme nahe der Probe: **violett** (K).
„ äussere: **purpurroth** (Sr).	„ weiter entfernt: **purpurroth** (Sr).

6) In geringer Menge am deutlichsten in der Spitzflamme erkennbar. Mit Salzsäure wird die Färbung intensiver.

Baryt und **Kalk.**

Spitzflamme: Zuerst erscheint die Barytfärbung **(grün)**, später die Kalkfärbung **(gelb)**.	Saumflamme, innere: **gelbroth** (Ca). „ äussere: **grün** (Ba).

7) In geringer Menge am deutlichsten in der Saumflamme erkennbar, namentlich nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure. (Reaction sehr empfindlich.)

Bei gleichzeitiger Anwesenheit von **Kalk, Natron, Kali** etc. ist die Anwendung von Schwefelsäure unerlässlich. Es erscheint alsdann, selbst bei Spuren von Phosphorsäure,

die äussere Saumflamme: vorübergehend **bläulichgrün** (P_2O_5),
die innere Saumflamme: **gelb** (Na), **gelbroth** (Ca) oder **violett** (K).

Wasserhaltige Verbindungen müssen vorher entwässert werden.

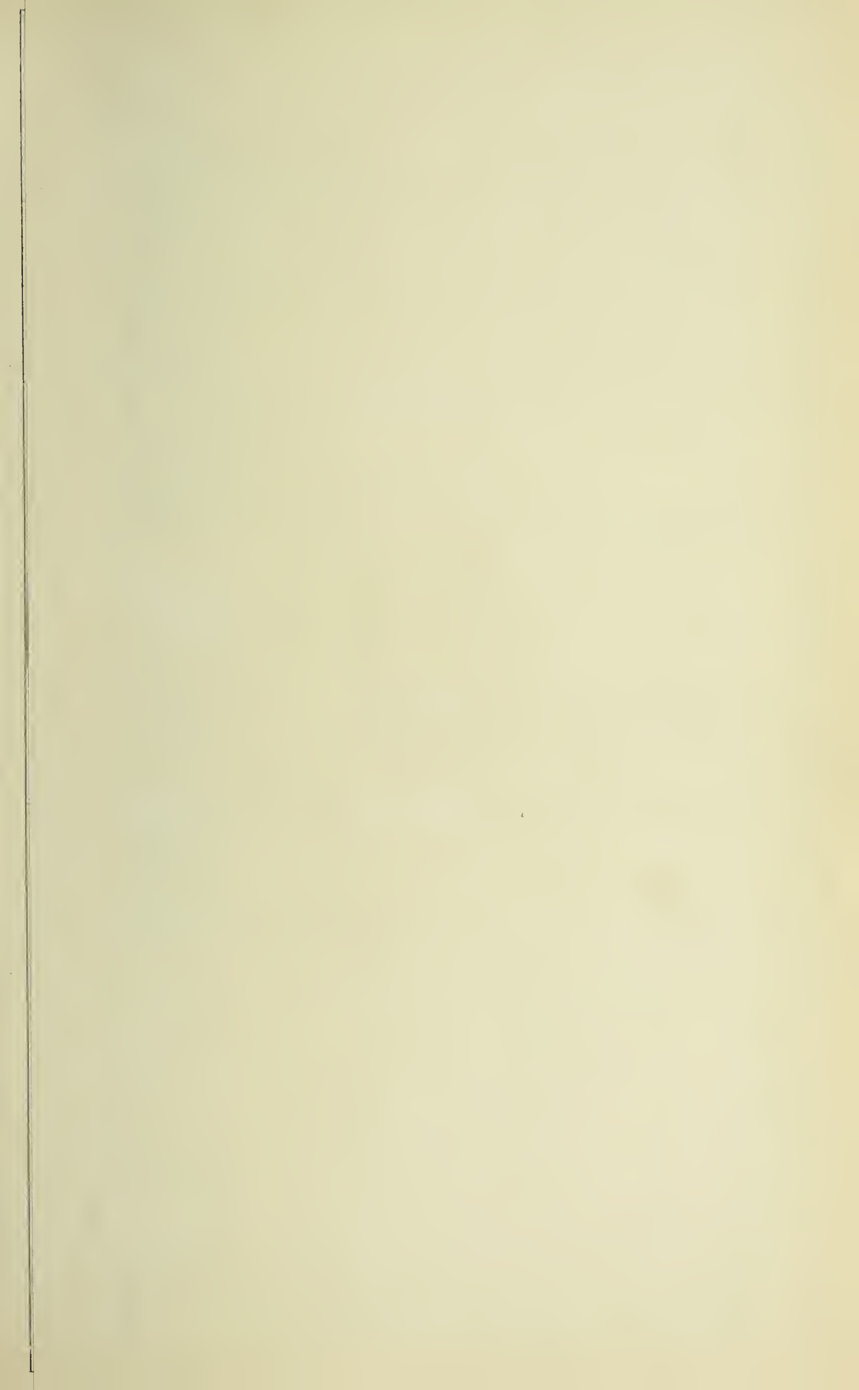
Ammoniak, Salpetersäure und Cyan geben ähnliche Farbenreactionen wie Phosphorsäure. Zur Unterscheidung siehe die Prüfung auf P_2O_5 mit met. Magnesium Tab. III C 16 pag. 46.

8) Mit Schwefelsäure wird die Färbung intensiver und es lassen sich alsdann auch die Alkalifärbungen neben Borsäure in der Saum- resp. Spitzflamme deutlich erkennen.

9) Man macht von dieser Reaction Gebrauch zur Bestimmung von Chlor bez. Brom, indem man die fragliche Substanz mit einer stark übersättigten Kupferoxyd-Boraxperle zusammenschmilzt. War die Substanz chlor- oder bromhaltig, so entsteht vorübergehend eine azurblaue Flammenfärbung. Später tritt die grüne Kupferfärbung auf. Zur Unterscheidung von Chlor und Brom siehe Tab. III Abs. 1, 2, 4 pag. 44.

Specielle Anleitung zur Silicat-Untersuchung s. pag. 81.





Zu Tab. VI gehörig.

Reaction der Metalle im Phosphorsalzglase.

a: In geringer Menge b: Bei starker Sättigung	Oxydation.		Reduction.	
	heiss:	kalt:	heiss:	kalt:
Eisenoxyd a:				
Eisenoxyd b:				
Chromoxyd				
Wolframsäure				
Titansäure				
Niobsäure				
Didymoxyd				
Vanadinsäure				
Uranoxyd				
Ceroxydul				
Molybdänsäure				
Kupferoxyd				
Manganoxyd				
Nickeloxydul				
Kobaltoxydul				

Zu Tab. V gehörig.

Reaction der Metalle im Boraxglase.

a: In geringer Menge. b: Bei starker Sättigung.	Oxydation.		Reduction.	
	heiss:	kalt:	heiss:	kalt:
Eisenoxyd a:				
Eisenoxyd b:				
Chromoxyd				
Molybdänsäure				
Uranoxyd				
Ceroxydul				
Wolframsäure				
Titansäure				
Vanadinsäure				
Kupferoxyd				
Manganoxyd				
Nickeloxydul				
Kobaltoxydul				

Lith. Anst. Julius Klinkhardt Leipzig

III. Anleitung zur Silicat-Untersuchung.

Die Untersuchung der Silicate ist in den vorstehenden Tabellen nicht eingehender berücksichtigt worden, da für diese Gruppe von Verbindungen, nach Massgabe ihrer specifischen Zusammensetzung, eine besondere Methode der Untersuchung zweckmässig erscheint.

Durch ihre äusseren Kennzeichen, namentlich durch ihre Härte, meist geringe Schwere und die Art ihres Glanzes, sind die natürlichen Silicate so gut charakterisirt, dass es nur in wenigen Fällen zweifelhaft sein wird, ob das fragliche Mineral nach dem allgemeinen systematischen Gange oder aber nach der in Rede stehenden speciellen Methode der Silicatuntersuchung zu behandeln sein wird. Dasselbe gilt von den künstlichen Gläsern und Schlacken.

Bei der analytischen Untersuchung der Silicate handelt es sich im Wesentlichen um die Bestimmung folgender Bestandtheile:

Kieselsäure;
Kali, Natron, seltener **Lithion;**
Kalk, Magnesia, seltener **Baryt** und **Strontian;**
Thonerde;
Eisen, Mangan;
Wasser.

Dazu kommen in wenigen Fällen noch folgende Stoffe:
Kupfer, Zink; Titan, Cer, Beryllerde, Zirkonerde, Lanthan, Didym; Fluor, Borsäure, Schwefelsäure, Schwefel und Chlor.

Ferner und namentlich bei den künstlichen Gläsern und Schlacken:
Blei, Zinn, Kobalt, Nickel und Phosphorsäure.

Von diesen Bestandtheilen sind auf pyrochemischem Wege nicht immer mit Sicherheit zu erkennen:

a) **Magnesia und Thonerde;** die Prüfung mit Kobaltsolution gibt nur in wenigen Fällen ein zuverlässiges Resultat, doch kann man sich hierfür mit Vortheil der mikrochemischen Reactionen bedienen, wie sie in der Folge beschrieben werden sollen;

b) **Beryllerde, Zirkonerde, Lanthan und Didym,** zu deren Bestimmung die allgemeine chemische Analyse Anwendung findet.

1. Prüfung auf Kieselsäure.

Die fein gepulverte Probe wird mit Soda am Platindraht zusammengeschmolzen. Die zerkleinerte Sodaschmelze löst man in einem Uhrschälchen mittelst Essigsäure und dampft die Lösung langsam, unter schwachem Erhitzen ein, wobei sich die Kieselsäure in gelatinöser Form abscheidet.

Ist die Abscheidung sehr gering, so kann man sie durch Befeuchten mit Fuchsinlösung, welche die gelatinöse Kieselsäure färbt, deutlich erkennbar machen. Die Färbung bleibt, nach reichlichem Auswaschen mit Wasser, beständig.

War die Silicat-Sodaschmelze nicht sehr stark gefärbt, so kann die Prüfung auf Kieselsäure in der Weise ausgeführt werden, dass die Sodaperle am Platindraht mit Kobaltsolution befeuchtet und nochmals angeschmolzen wird. Eine smalteblaue Färbung deutet auf Kieselsäure, vorausgesetzt, dass die Substanz weder Borsäure noch Phosphorsäure enthält, was durch Prüfung auf Flammenfärbung leicht zu constatiren ist.

Die bisher empfohlene Prüfung mit Phosphorsalz gründet sich auf die Annahme, dass die Kieselsäure, nach Auflösung der basischen Bestandtheile des Silicates, ungelöst, in Form eines sog. Kieselskeletts, im Phosphorsalzglase zurückbleibe. Diese Reaction ist jedoch nicht zuverlässig, da die Kieselsäure sich in erheblicher Menge im Phosphorsalzglase löst. Bis zu einem gewissen Grade charakteristisch ist aber die Art der Silicatzersetzung. Verwendet man nämlich die Probe in Form eines feinen Splitters, so erscheint, nach Sättigung der Perle, der nicht mehr lösliche

Rückstand meist löcherig ausgenagt und durchsichtig. Dieser als Kieselskelett bezeichnete Rückstand löst sich aber, nach erneutem Zusatz von Phosphorsalz, ebenfalls vollständig auf. Uebrigens zeigen auch andere Minerale, wie Wavellit, Monazit, Apatit etc. ein ähnliches Verhalten.

Hat sich die fragliche Substanz als kieselsaure Verbindung erwiesen, so verfährt man weiter, wie folgt.

2. Prüfung auf einen Gehalt an Wasser.

Die Untersuchung wird durch Erhitzen der Substanz in einer einseitig geschlossenen Glasröhre ausgeführt. Die Röhre sei nicht zu weit (ca. 7 mm äusserer Durchmesser bei gewöhnlicher Glasstärke genügt), an einer Seite spitz ausgezogen und 15 cm lang, da der Wasseranflug oftmals in weiter Entfernung von der Probe entsteht.

Unmittelbar vor der Prüfung ist die Röhre durch allseitiges Erhitzen vollkommen auszutrocknen. Die Substanz wird nicht gepulvert, sondern nur gröblich zerkleinert, damit die Röhrenwand frei von anhängenden Substanztheilchen bleibt.

Nachdem die Spitze der Röhre etwa 1 cm hoch mit der Probe gefüllt ist, wird dieselbe zunächst mit der einfachen Lampenflamme, später mit dem Löthrohr bis zur hellen Rothgluth erhitzt, wobei jedoch nur die mit Substanz gefüllte Spitze der Röhre in die Flamme gebracht werden darf.

Es können folgende Erscheinungen auftreten:

a. Schon nach geringem Erwärmen entsteht ein unbedeutender Anflug von Wasser, der sich bei Steigerung der Temperatur nicht wesentlich vermehrt: **Hygroskopischer Wassergehalt.**

b. Bei mässiger Hitze bildet sich ein reichlicher Anflug von Wasser: **Silicate mit Krystallwasser** (Zeolithe) oder wasserhaltige Zersetzungsproducte der Silicate.

c. Bei stärkerer Hitze ev. erst bei dunkler Rothgluth entsteht langsam, im oberen Theil der Röhre, ein mehr oder weniger reichlicher Wasseranflug: **Chemisch gebundenes sog. basisches Wasser.**

Da eine Anzahl von Silicaten sowohl Krystallwasser als auch chemisch gebundenes Wasser enthält, so muss man die Röhre, nachdem die Entwicklung des Krystallwassers bei Anwendung mässiger Hitze beendet ist, mit der Flamme gut austrocknen und die Probe alsdann auf's Neue stark glühen. Bei den fraglichen Silicaten erhält man alsdann, im oberen Theil der Röhre, einen zweiten, schwächeren Wasseranflug.

3. Prüfung auf Flammenfärbung

zur Bestimmung von Natron, Kali, Lithion, Kalk, Baryt, Strontian, Borsäure, Phosphorsäure und Chlor.

Diese Methode des Nachweises von Alkalien und Erdalkalien (ausgen. Magnesia), nebst Borsäure, Phosphorsäure und Chlor kann selbst bei gleichzeitiger Anwesenheit mehrerer dieser Stoffe in natürlichen und künstlichen Silicaten, auf völlige Zuverlässigkeit Anspruch machen, wenn die Untersuchung genau nach der pag. 17 gegebenen Anleitung ausgeführt wird.

Man bedient sich zu dieser Prüfung bei Silicaten fast ausschliesslich der Saumflamme.

Die Substanz wird am besten in Form eines möglichst dünnen und spitzen Splitters verwendet, den man mit der Platinpincette so fasst, dass er etwa 1—2 mm aus der Pincette hervorragt.

In dieser Form erweisen sich selbst schwerschmelzbare Silicate gegen die verschiedenen Temperaturgrade der einzelnen Flammentheile überaus empfindlich. Berührt man den äussersten Saum der Flamme mit einem dünnen Silicatsplitter, so tritt im ersten Moment ev. nur die Färbung von Kali bez. von Phosphorsäure hervor; bald darauf

erscheinen alsdann die Färbungen der weniger flüchtigen Stoffe. Man kann die betreffende Reaction beliebig oft hervorrufen, wenn man auf's neue die Probe in die äusserste Saumflamme einführt.

Bei gewissen Silicaten tritt die Flammenfärbung besonders deutlich auf, wenn man die Spitze des Splitters kurze Zeit in der Spitzflamme erhitzt und die Probe alsdann schnell am Saum der Flamme entlang führt.

Decrepitirt die Substanz, so reibt man sie im Achatmörser fein oder zerdrückt sie mit der „Mörserzange"*). Das Pulver, mit wenig Wasser angefeuchtet, wird auf Platinblech gestrichen und mit der Löthrohrflamme zu einem Plättchen gefrittet, das man nunmehr mit der Pincette aufnehmen kann.

Zur Unterstützung der Reaction verwendet man unter Umständen Schwefelsäure resp. Salzsäure, indem man die Spitze der Probe nach jedesmaligem Erhitzen wiederum mit der Säure befeuchtet. In dem Moment, in welchem man alsdann mit der befeuchteten Probe die Saumflamme berührt, tritt ev. die Flammenfärbung auf und verschwindet, sobald die Säure verdampft ist.

Die Anwendung anderer Aufschlussmittel ist meistens unnöthig, da selbst die schwerschmelzbarsten Silicate, wie z. B. Kalifeldspath, ja sogar Leucit, die Kalifärbung in der Saumflamme auf das Allerbestimmteste erkennen lassen.

Will man jedoch zur Beobachtung der Flamme durch Kobaltglas oder grünes Kupfereisenglas, eine intensivere Färbung der Spitzflamme bewirken, so mischt man die gepulverte Substanz mit kalifreiem Gyps oder besser mit Gyps und Flussspath und streicht die angefeuchtete Probe in das Oehr des Platindrahtes.

Bei der Empfindlichkeit der Flammenreactionen, wodurch selbst die feinsten Stäubchen alkalischer Substanzen, welche der Probe anhaften, eine minutenlange Färbung der Flamme be-

---

*) Dieses Instrument bildet einen Bestandtheil des von mir zusammengestellten Löthrohr-Bestecks.

wirken können, ist es durchaus erforderlich, die Spitze des Probesplitters zunächst eine geraume Zeit mit dem heissesten Theil der Spitzflamme zu erhitzen, damit etwa anhaftende alkalische Partikel, sowie die in den Haarrissen der Mineralien auftretenden Zersetzungsproducte, verdampfen können. Erst dann ist die eigentliche Prüfung auszuführen.

Wie nothwendig diese Vorsicht ist, geht daraus hervor, dass selbst frisch abgeschlagene Splitter von Bergkrystall der Spitzflamme, oft mehrere Minuten lang, eine intensiv röthlichgelbe Färbung ertheilen, die späterhin gänzlich verschwindet Untersucht man nach einiger Zeit denselben Splitter auf's neue, so erhält man anfangs wiederum eine deutliche Flammenfärbung.

Auch auf die absolute Reinheit der in einzelnen Fällen anzuwendenden Salzsäure und Schwefelsäure ist zu achten. Man benetze mit der fraglichen Säure einen vorher gut geglühten Platindraht und prüfe, ob nunmehr eine Flammenfärbung entsteht.

Die wichtigsten Reactionen bei Gegenwart mehrerer färbenden Substanzen sind folgende:

	Spitzflamme:	Saumflamme:
Natron und Kali.	Andauernd leuchtend gelb und stark verlängert. (Reine Natron-Reaction.)	Aeussere: violett. Innere: gelb.
Natron und Kalk.	Andauernd gelb. Bei grösserem Kalkgehalt nicht so stark leuchtend und mit kürzerem Flammenkegel als die reine Natronflamme.	Aeussere: gelbroth. Innere: gelb.
Kali und Lithion.	Carminroth mit langem, schmalem Flammenkegel. Durch grünes Glas betrachtet, verschwindet die Lithionfärbung und es tritt die fahlgrüne Kalifärbung hervor.	Intensiv carminroth. (Reine Lithion-Reaction.)

	Spitzflamme:	Saumflamme:
Kali und Kalk.	Gelb bis röthlichgelb, mit verlängertem Flammenkegel.	Aeussere: violett. Innere: röthlich-gelb.
Kalk u. Borsäure.	Gelb bis grünlichgelb, mit stark verlängertem Flammenkegel.	Aeussere: gelbgrün. Innere: gelb. Besonders deutlich nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure.
Kalk und Baryt.	Zuerst hellgelbgrün mit stark verlängertem Flammenkegel (Baryt), später gelb (Kalk).	Aeussere: leuchtend gelbgrün. Innere: grünlich-gelb. Besonders deutlich nach dem Befeuchten mit Salzsäure.

Anmerkung: Auf einen wesentlichen Gehalt an Natron ist nur dann zu schliessen, wenn die Spitzflamme andauernd hellleuchtend gelb gefärbt ist, mit stark verlängertem Flammenkegel und eine Schwächung der Reaction auch bei längerem Erhitzen nicht eintritt.

Behufs Bestimmung der sonstigen Flammenfärbungen (Phosphorsäure, Chlor, Strontian) siehe Tab. VII.

4. Prüfung im Boraxglase

zur Bestimmung von Eisen, Mangan, Kupfer, Titan, Kobalt, Nickel, sowie zur Bestätigung der Anwesenheit von Erden. Nachweis von Fluor mittelst Phosphorsalz.

Die Silicate lösen sich leicht und in beträchtlicher Menge im Boraxglase. Die Prüfung wird genau nach der in Tab. V, pag. 60 angegebenen Methode ausgeführt. Da die Reaction auf Eisen, Mangan, Kupfer sehr empfindlich

ist, so können selbst Spuren dieser Metalle in Silicaten nachgewiesen werden.

Bei Gegenwart von Kalk, Baryt oder Strontian wird die stark gesättigte Boraxperle nach dem Erkalten, ev. durch „Flattern“ milchweiss und krystallinisch (Tab. V, pag. 67). Beryllerde, Zirkonerde und Lanthan geben in gleicher Weise behandelt ein milchweisses Glas, das jedoch nicht krystallinisch ist, während Didym die Boraxperle schwach rosenroth färbt.

Thonerde wird von Borax in grosser Menge zu klarem Glase aufgelöst, das selbst bei starker Sättigung nicht unklar wird, wohl aber wird das gesättigste Glas überaus schwer schmelzbar und stark krystallinisch. Die Thonerde verräth sich deshalb auch in Silicaten dadurch, dass sie die gesättigte Boraxperle schwer schmelzbar macht.

Ueber die Färbung, welche Titan und Cer der Boraxperle ertheilen, siehe Tab. V, pag. 64.

Auf einen Gehalt an Fluor prüft man wie folgt:

Die fein gepulverte Substanz wird mit vorher auf Kohle geschmolzenem und ebenfalls gepulvertem Phosphorsalz gemengt und in einem offenen Glasrohr derartig erhitzt, dass die Löthrohrflamme, durch die Röhre eindringend, direct auf die Probe einwirkt. Bei Gegenwart von Fluor (Glimmer, Turmalin etc.) wird ein, in das obere Ende der Röhre eingeschobener, befeuchteter Streifen Fernambukpapier strohgelb gefärbt. Ist der Fluorgehalt beträchtlich, so erscheint die Röhre matt geätzt.

5. Prüfung mit neutralem oxalsauren Kalium oder Soda,

zur Bestimmung von Zink, Blei und Zinn, sowie von Schwefelsäure und Schwefel.

In den meisten Fällen wird diese Prüfung bei der Untersuchung natürlicher Silicate nicht erforderlich sein. Bei Prüfung von Kieselzinkerz, kieseligem Zinnstein und Hüttenschlacken verfährt man wie folgt.

Die fein gepulverte Probe wird mit der dreifachen Menge neutralem oxalsaurem Kalium oder Soda gemischt (auch das ameisensaure Natrium ist besonders bei der Prüfung auf Zinn zu empfehlen), mit wenig Wasser befeuchtet auf Kohle gestrichen und eingeschmolzen.

Blei und Zink geben deutliche Beschläge. Zinn wird zu kleinen Metallkügelchen reducirt, die aus der Schmelze ausgeschlemmt und zur Bestätigung nochmals auf Kohle geschmolzen werden, wobei alsdann der charakteristische Beschlag erscheint (siehe Tab. IV, pag. 52 und 54).

6. Mikrochemische Reactionen

zur Bestimmung von Magnesia und Thonerde, sowie zur Controlbestimmung von Kali und Kalk*).

Zur Aufschliessung der Silicate bedient man sich in dem vorliegenden Falle, an Stelle der sonst üblichen Flusssäure, deren Anwendung mancherlei Unbequemlichkeiten darbietet, mit Vortheil der Schmelzung mit chemisch reiner Soda.

Vorbereitung: Eine grössere, am Platindraht hergestellte Sodaperle wird mit einer reichlichen Menge der fein geriebenen Probesubstanz zusammengeschmolzen. Die zerkleinerte Schmelze löst man in einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure auf und dampft die Lösung bis nahezu zur Trockne ein, worauf der Rückstand mit kochendem Wasser ausgezogen wird. Die klare wässerige Lösung zieht man mit der Pipette ab und behandelt dieselbe in mehreren Portionen wie folgt.

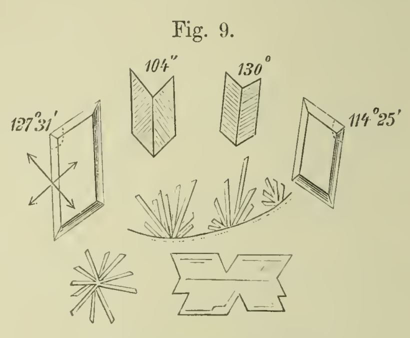
---

*) Zur Beobachtung der hier in Frage kommenden Reactionen genügt eine 100—200 fache Vergrösserung.

Das Auflösen, Neutralisiren und Abdampfen geschieht in einem kleinen Uhrschälchen. Zum Abziehen der klaren Lösung von einem etwaigen Rückstande, sowie zum Uebertragen der Flüssigkeitstropfen auf das Objectglas, verwendet man eine spitz ausgezogene, dünne Glasröhre. Das Abrauchen freier Säure wird am besten in einem Platinschälchen vorgenommen.

a. Einen Tropfen der noch heissen Lösung lässt man auf dem Objectglase, ohne weiteren Zusatz, verdunsten. Bei Gegenwart von **Kalk** scheiden sich zunächst am Rande des Tropfens zierliche, büschelförmig aggregirte, prismatische

Fig. 9.

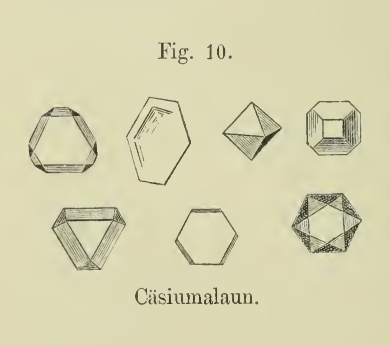


Calciumsulfat mit $2 H_2O$.

Krystalle von Gyps aus Fig. 9. Später erscheinen meistens auch grössere, ringsum ausgebildete Krystalle, welche deutlich den monoklinen Habitus der natürlichen Gypskrystalle zeigen. Zwillingsbildungen fehlen selten. Die Krystalle sind stark lichtbrechend; Auslöschung schief zur Prismenkante.

b. Ein Tropfen der erkalteten Lösung wird auf dem Objectglase mit einem winzigen Körnchen Cäsiumchlorid versetzt.

Fig. 10.



Cäsiumalaun.

Bei Gegenwart von **Thonerde** entstehen fast augenblicklich zahlreiche, scharf ausgebildete, oktaedrische Krystalle von Cäsiumalaun (Fig. 10), welche alsbald das ganze Gesichtsfeld bedecken.

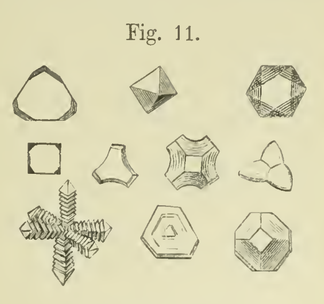
c. Ein weiterer Tropfen der erkalteten Lösung wird

auf dem Objectglase mit einem Tropfen concentrirter Platinchloridlösung, mittelst des Glasstabes, versetzt.

Bei Gegenwart von **Kali** entstehen nach einiger Zeit, am Rande des Tropfens, gelbe oktaedrische Krystalle von Kaliumplatinchlorid (Fig. 11).

Es ist rathsam, auf dem Objectglase gleichzeitig einen Tropfen Platinchlorid für sich verdunsten zu lassen, um sich von der Reinheit des Reagenzes zu überzeugen.

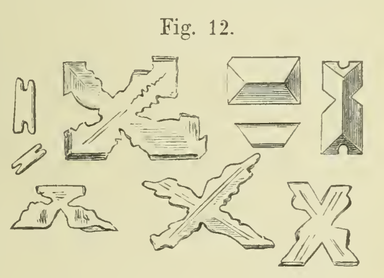
Fig. 11.



Kaliumplatinchlorid.

d. Der Rest der Lösung wird im Uhrschälchen mit einem Tröpfchen verdünnten Ammoniaks neutralisirt und ein Körnchen Chlorammonium zugesetzt. Von dieser Lösung gibt man einen Tropfen auf das Objectglas, setzt in etwa 1 cm Entfernung einen Wassertropfen hinzu, in den ein Körnchen Phosphorsalz gethan wird und verbindet beide Tropfen mit einander.

Fig. 12.



Magnesium - Ammoniumphosphat.

Bei Gegenwart von **Magnesia** scheiden sich nach einiger Zeit theils Krystallgerippe von eigenthümlich schmetterlingsartiger Ausbildung, theils continuirlich gebildete, rhombisch-hemimorphe Krystalle, von Magnesium-Ammoniumphosphat aus (Fig. 12).

Für das eingehende Studium der mikrochemischen Reactionen ist zu empfehlen: K. Haushofer, Mikrochemische Reactionen. Braunschweig 1885.



Dritter Theil.

Tabellarische

Uebersicht der Mineralien,

mit Angabe

ihrer wesentlichen Zusammensetzung und
ihrer Nebenbestandtheile.

Anmerkung: Ist die chemische Zusammensetzung eines Minerals nach den Tabellen I—VII festgestellt worden, so suche man, nach Massgabe des vorwaltenden basischen Bestandtheils, die zugehörige Mineralgruppe in dem nachstehenden Verzeichniss auf und bestimme nach der tabellarischen Uebersicht, die Mineralspecies.

Zur Bestätigung, sowie in solchen Fällen, wo die qualitative Zusammensetzung des Minerals zur Identitätsbestimmung nicht ausreicht, werden die äusseren Kennzeichen zu Hülfe genommen werden müssen.

Verzeichniss der Mineralgruppen.

	Seite
1. **Metalloïde**	96
2. **Einfache Tellur-Minerale**	96
3. „ **Arsen-** „	96
4. „ **Antimon-** „	96
5. **Wismuth-Minerale** . .	96
6. **Molybdän-** „ . .	97
7. **Wolfram-** „ . .	97
8. **Uran-** „ . .	97
9. **Mangan-** „ . .	97
10. **Titan-** „ . .	98
11. **Tantal-, Niob-Minerale** .	98
12. **Eisen- Minerale** . .	99
13. **Kobalt-** „ . .	100
14. **Nickel-** „ . .	100
15. **Blei-** „ . .	101
16. **Zink-** „ . .	102
17. **Kadmium-** „ . .	102
18. **Zinn-** „ . .	102
19. **Kupfer-** „ . .	103
20. **Silber-** „ . .	104
21. **Gold-Minerale**	105
22. **Platin-, Ir-, Os-Minerale**	105
23. **Quecksilber-Minerale** .	105
24. **Thonerde-Minerale** . .	105
25. **Beryll-** „ . .	106
26. **Zirkon-** „ . .	106
27. **Cer-, La-, Di-, Y-, Er-, Th-Minerale**	106
28. **Kalk- Minerale** . .	106
29. **Magnesia-** „ . .	107
30. **Baryt-** „ . .	107
31. **Strontian-** „ . .	107
32. **Natron-** „ . .	108
33. **Kali-** „ . .	108
34. **Lithion-** „ . .	108
35. **Ammoniak-** „ . .	108
36. **Borsäure-** „ . .	108
37. **Silicate**	109

Tabellarische Uebersicht der Mineralien.

1. Metalloïde.

			Ev. Nebenbestandtheile.
	Graphit:	C	$(Fe^2O^3, SiO^2, CaO, Al^2O^3, H^2O, Cr^2O^3)$.
	Schwefel:	S	(As. Se).
	Selenschwefel	SeS	(As).

2. Einfache Tellurminerale.

	Ged. Tellur:	Te	(Fe, Au).
	Tellurocker:	TeO^2.	

Tellur in zusammengesetzten Mineralien siehe: Wismuth-, Blei-, Silber-, Gold-Minerale.

3. Einfache Arsenminerale.

	Ged. Arsen:	As	(Fe, Co, Ni, Sb, Ag).
S.	**Realgar:**	AsS.	
	Auripigment:	As^2S^3.	
	Antimonarsen:	$SbAs^3$.	

4. Einfache Antimonminerale.

	Ged. Antimon:	Sb	(Ag, Fe, As).
As.	**Antimonarsen:**	SbA^3.	
S.	**Antimonglanz:**	Sb^2S^3	(Pb, Fe, Cu).
O.	**Antimonoxyd:**	Sb^2O^3	(Fe^2O^3, SiO^2).
	Senarmontit:	Sb^2O^3.	
	Rothspiessglanz:	$2Sb^2S^3 + Sb^2O^3$.	
	Antimonocker:	$Sb^2O^3 + aq$.	(Fe^2O^3).

5. Wismuthmateriale.

	Ged. Wismuth:	Bi	(Co, Ni, Fe, Ag, F, Te).
S.	**Wismuthglanz:**	Bi^2S^3	(Cu, Fe).
	Nadelerz:	$PbCuBiSi^3$	(Ni, Au).

			Ev. Nebenbestandtheile.
	Kupferwismuthglanz:	$Cu^2S+Bi^2S^3$	(Fe).
Te.	**Tellurwismuth:**	Bi^2Te^3	(S).
	Tetradymit:	Bi^2Te^2S.	
O.	**Wismuthocker:**	Bi^2O^3	(As^2O^3, Fe^2O^3, H^2O).
CO^2.	**Bismutit:**	$Bi^6CO^{11}+aq$.	(SO^3).
V^2O^5.	**Pucherit:**	$Bi^2V^2O^8$.	
SiO^2.	**Kieselwismuth:**	$Bi^4Si^3O^{12}$ . . .	(Fe^2O^3, Mn^2O^3, P^2O^5).

6. Molybdänminerale.

S.	**Molybdänglanz:**	MoS^2.	
O.	**Molybdänocker:**	MoO^3	(U^2O^3).

7. Wolframminerale.

O.	**Wolframit:**	$mFeWO^4+nMnWO^4$ . .	(CaO, MgO).
	Scheelit:	$CaWO^4$	(F, Cl).

8. Uranminerale.

O.	**Uranpecherz:**	$UO.2UO^3$ . .	($FeO, MnO, CaO, MgO, Pb, Cu, Zn, Bi, As, Al^2O^3, SiO^2, CO^2, S, H^2O$).
	Eliasit:	$H^2U^4O^6$	($CaO, MgO, Fe^2O^3, FeO, PbO, SiO^2, P^2O^5, CO^2, H^2O$).
	Uranocker:	$H^2U^2O^4$ . . .	(SO^3, Fe^2O^3, CuO, CaO).
CO^2.	**Urankalkcarbonat:**	$UC^2O^6+2CaCO^3+10aq$	(Cu).
	Liebigit:	$UC^2O^6+2CaCO^3+36aq$.	
SO^3.	**Uranvitriol:**	USO^4+aq.	
	Uranblüthe:	$(U^2Cu^2)O^3; SO^3; H^2O$ . .	(Fe^2O^3, CuO).
P^2O^5.	**Kupferuranit:**	$CuU^2P^2O^{12}+8aq$.	(As^2O^3).
	Kalkuranit:	$CaU^2P^2O^{12}+8aq$.	(BaO).

9. Manganminerale.

S.	**Manganblende:**	MnS.	
	Mankankies:	MnS^2	(Fe, SiO^2).
O.	**Braunit:**	$(Mn^2)O^3$? oder $3(Mn^2O^3)+MnSiO^3$?	(BaO, CaO, SiO^2).

			Ev. Nebenbestandtheile.
	Hausmannit:	Mn^3O^4	($BaO, CaO. SiO^2, H^2O$).
	Pyrolusit:	MnO^2	(BaO, H^2O).
	Polianit:	MnO^2	(Al^2O^3, Fe^2O^3, H^2O).
	Manganit:	$H^2(Mn^2)O^4$.	
	Psilomelan:	$H^2MnO^4+H^2O$	($BaO, CaO, MgO, NaO, K^2O, PbO, CuO$).
	Wad	MnO^2, Mn^2O, H^2O	($Fe^2O^3, BaO, Al^2O^3, SiO^2$ etc.).
	Varvicit:	$Mn^4O^7+H^2O$.	
	Crednerit:	$3CuO+2(Mn^2O^3)$	(Ca).
	Kupfermanganerz:	$2(Cu, Mn)O+2MnO^2+aq$. .	(Ca, Ba, Co, K).
CO^2.	**Manganspath:**	$MnCO^3$	(CaO, MgO, FeO).
	Manganocalcit:	$(Mn, Ca, Fe, Mg)CO^3$.	
SiO^2.	**Kieselmangan:**	$(Mn, Ca, Fe)SiO^3$.	($MgO, Fe^2O^3, Al^2O^3, PbO$).
	Kieselkalkmangan:	$2MnSiO^3+CaSiO^3$	(MgO, FeO).
WO^3.	**Wolframit:**	$mFeWO^4+nMnWO^4$	(CaO, MgO).

10. Titanminerale.

O.	**Rutil:**	TiO^2	(Mn, Cr).
	Anatas:	TiO^2	(Fe^2O^3, SnO^2).
	Brookit:	TiO^2	(Fe^2O^3).
	Warwickit:	$2(Mg, Fe)TiO^3+(Mg, Fe)^4B^6O^{13}$	(Al^2O^3, Fe^2O^3).
	Perowskit:	$CaTiO^3$	(FeO).
	Polymignit:	Ti, Zr, Y, Ca, Fe, Mn, Ce. (?).	
	Mengit:	Ti, Zr, Fe.	

Siehe auch Gruppe 11 und 12 sowie 26 und 27, pag. 106.

11. Tantal- und Niobminerale.

O.	**Tantalit:**	$Fe(Ta, Nb)^2O^6$.
	Yttrotantalit:	$(Y, Er, Ce, Ca, Fe)^2(Ta, Nb)^2O^7$.
	Columbit:	$mFeNb^2O^6+nFe^2Ta^2O^6$.
	Fergusonit:	$(Y, Er, Fe, Ce, Ca)^3(Nb, Ta)^2O^8$.
	Samarskit:	Nb, U, Y, Mn, Ca, Mg.
	Ainalit:	SnO^2, TaO^2.
	Euxenit:	$2(Y, Er, U, Ce, Fe)TiO^3 +(Y, Er, U, Ce, Te)Nb^2O^6+aq$.

		Ev. Nebenbestandtheile.
Wöhlerit:	$9(Ca, Na^2)SiO^3 + 3(CaNa^2)ZrO^3 + (CaNa^2)Nb^2O^6$.	
Pyrochlor:	Nb, Ti, Th, Ca, Ce, Fe.	
Pyrrhit:	ZrO^2, Ta^2O^5, Nb^2O^5.	

12. Eisenminerale.

	Ged. Eisen:	Fe	(C).
	Meteoreisen:	Fe . . .	(Ni, Co, Mn, Mo, Sn, Cu, Mn, P, S)
S.	**Eisenkies:**	FeS^2	(As, Au, Tl).
	Markasit:	FeS^2	(As, Cu).
	Magnetkies:	Fe^6S^7 bis $Fe^{11}S^{12}$	(Ni, Mn).
As.	**Arseneisen:**	$FeAs^2$	(S, Sb, Co, Cu).
AsS.	**Arsenkies:**	$FeS^2 + FeAs^2$	(Co, Ni).
SbS.	**Berthierit:**	$FeS + nSb^2S^3$	(Mn, Zn).
O.	**Eisenglanz:**	$(Fe^2)O^3$	(TiO^2, FeO).
	Rotheisenerz:	$(Fe^2)O^3$. .	$(Al^2O^3, CaO, MgO, P^2O^5, SiO^2, H^2O)$.
	Magneteisenerz:	$FeO + (Fe^2)O^3$.	$(TiO^2, MgO, MnO, CuO, SiO^2)$.
TiO^2.	**Titaneisenerz:**	$FeTiO^3 + n(Fe^2)O^3$. .	(MnO, MgO, CaO, Cr^2O^3).
Cr^2O^3.	**Chromeisenerz:**	$(Fe, Mg, Cr)O + (Cr^2, Al^2, Fe^2)O^3$.	
H^2O.	**Nadeleisenerz:**	$H^2(Fe^2)O^4$.	
	Brauneisenerz:	$H^6(Fe^2)^2O^9$.	$(Mn^2O^3, Al^2O^3, P^2O^5, CaO, SiO^2, H^2O)$.
	Gelbeisenerz:	$H^4(Fe^2)O^5$.	
	Raseneisenstein:	$Fe^2O^3 + aq; SiO^2; P^2O^5; Mn^2O^3$ mit Humussauren Verbindungen.	
CO^2.	**Eisenspath:**	$FeCO^3$.	(MnO, MgO, CaO).
	Sphärosiderit:	$FeCO^3$ mit $Al^2O^3, CaO, MgO, MnO, H^2O$.	
	Kohleneisenstein:	Desgl. mit $Ca^3P^2O^8$ und kohliger Beimengung.	
	Kalkeisenspath:	$(Fe, Ca)CO^3$.	
	Zinkeisenspath:	$(Fe, Zn)CO^3$.	
SO^3.	**Eisenvitriol:**	$FeSO^4 + 7aq$.	
	Pissophan:	$(Fe^2)^2SO^9 + 15H^2O$.	
P^2O^5.	**Vivianit:**	$Fe^3P^2O^8 + 8aq$.	
	Grüneisenstein:	$(Fe^2)P^2O^8 + H^6(Fe^2)O^6$.	
	Triplit:	$(Fe, Mn)^3P^2O^8 + (Fe, Mn)F^2$.	
	Triphylin:	$(Li, Na)^3PO^4 + (Fe, Mn)^3P^2O^8$ . . .	(Ca, K).
	Kakoxen:	$(Fe^2)P^2O^8 + H^6(Fe^2)O^6 + 9aq$.	
	Eisensinter:	$(Fe^2)O^3; P^2O^5; As^2O^5; So^3, aq$.	

			Ev. Nebenbestandtheile.
	Pharmakosiderit:	$3(Fe^2)As^2O^8+H^6(Fe^2)O^6+12aq.$	
As^2O^5.	**Symplesit:**	$Fe^3As^2O^8+8aq.$?	
	Skorodit:	$(Fe^2)As^2O^8+4aq.$	
	Delvauxit:	$3(Fe^2O^3, 3CaO, 3As^2O^5, 6H^2O$	(Al^2O^3, MgO).
SiO^2.	**Anthosiderit:**	$(Fe^2)Si^4O^{11}+aq.$	
	Pinguit:	$(Fe^2)^2Si^4O^{14}+FeSi^2O^5+14H^2O.$	
	Stilpnomelan:	$FeO; Al^2O^3; MgO; CaO; SiO^2; aq.$	
	Cronstedtit:	$Fe^3(Fe^2)Si^2O^{10}+4aq.$	
	Hisingerit:	$2(Fe, Mg(Fe^2)Si^3O^{10})+9aq.$	
	Sordawalit:	$FeO; MgO; (Al^2)O^3; P^2O^5; SiO^2; aq.$	
WO^4.	**Wolframit:**	$mFeWO^4+nMnWO^4$ . .	(CaO, MgO)

13. Kobaltminerale.

S.	**Kobaltkies:**	$(Co, Ni)S+(Co, Ni)^2S^3$	(Fe).
As.	**Speiskobalt:**	$(Co, Fe, Ni)As^2$.	(S).
	Wismuthkobaltkies:	$(Co, Fe, Bi, Cu Ni)As^2$	(S).
AsS.	**Kobaltarsenkies:**	$(Fe, Co)S^2+(Fe, Co)As^2$	(Ni).
	Kobaltglanz:	$(Co, Fe)S^2+(Co, Fe)As^2$.	
SO^3.	**Kobaltvitriol:**	$CoSO^4+7aq.$	
As^2O^5.	**Kobaltblüthe:**	$Co^3As^2O^8+8aq.$	
O.	**Kobaltmanganerz:**	$(Co, Cu)O+2MnO^2+4aq.$	

(Siehe auch Nickel- und Eisenminerale.)

14. Nickelminerale.

S.	**Nickelkies:**	NiS.	(Co, Fe, Cu).
	Beyrichit:	$NiS+2Ni^2S^3$	(Fe).
	Eisennickelkies:	$2FeS+NiS$	(Cu, Co).
	Nickelwismuthglanz:	$(Ni, Bi)^4S^5$	(Cu, Pb).
As.	**Rothnickelkies:**	$NiAs$	(Co, Fe, Bi, S, Sb).
	Weissnickelkies:	$NiAs^2$	(Co, Fe, Bi).
Sb.	**Antimonnickel:**	$NiSb$	(Fe, As, Pb, S).

			Ev. Nebenbestandtheile.
AsS.	**Arsennickelglanz:**	$NiAs^2+NiS^2$	(Co, Fe).
Sb.S.	**Antimonnickelglanz:**	$NiSb^2+NiS^2$	(As, Co, Fe).
As^2O^5.	**Nickelblüthe:**	$Ni^3As^2O^8+8aq$. . . .	(Co, Fe, SO^3).
SO^3.	**Nickelvitriol:**	$NiSO^4+7aq$.	
SiO^2.	**Nickelgymnit:**	$(Ni, Mg)^4Si^3O^{10}+6aq$. . . .	(Fe, Ca).
O.	**Garnierit:**	NiO mit $MgSiO^3, aq$.	

15. Bleiminerale.

	Ged. Blei:	Pb.	
S.	**Bleiglanz:**	PbS . .	($AgS, FeS, CuS, ZnS, Sb^2S^3$).
	Cuproplumbit:	$2PbS+Cu^2S$	(Ag).
Se.	**Selenblei:**	PbSe	(Ag, Co, Cu, Hg, Fe).
	Selenkobaltblei:	$CoSe^2+6PbSe$	(Fe, Cu).
	Selenkupferblei:	$9Cu^2Se+2PbSe$.	
	Selenquecksilberblei:	$mHgSe+nPbSe$	(Cu, S).
Te.	**Tellurblei:**	PbTe	(Ag, Au).
	Nagyagit:	$(Au, Pb)^n(Te, S, Sb)^m$. . . .	(Ag, Cu).
SbS.	**Zinkenit:**	$PbS+Sb^2S^3$	(Cu).
	Jamesonit (Federerz):	$2PbS+Sb^2S^3$ . . .	(Fe, Cu, Zn, Bi).
	Boulangerit:	$3PbS+Sb^2S^3$	((Fe, Cu, Zn).
	Plagionit:	$9PbS+7Sb^2S^3$.	
	Bournonit:	$(2PbS+Cu^2S)+Sb^2S^3$ . .	(Fe, Mn).
AsS.	**Binnit:**	$2PbS+As^2S^3$	(Ag, Cu, Fe).
CO^2.	**Weissbleierz:**	$PbCO^3$	(Mo, V).
	Plumbocalcit:	$n(CaCO^3)+PbCO^3$	(Zn).
SO^3.	**Vitriolbleierz:**	$PbSO^4$.	
	Linarit:	$PbSO^4+H^2CuO^2$.	
	Leadhillit:	$Pb^{18}C^9S^5O^{51}+5aq$. ?	
Co^2.Cl.	**Bleihornerz:**	$PbCO^3+PbCl^2$.	
P^2O^5.Cl.	**Pyromorphit:**	$3Pb^3P^2O^8+PbCl^2$ . .	(As^2O^5, Ca, F).
As^2O^5.Cl.	**Mimetesit:**	$3Pb^3As^2O^8+PlCl^2$.	(P^2O^5, Ca, Cu, V).
V^2O^5.	**Vanadinit:**	$3Pb^3V^2O^8+PbCl^2$.	

			Ev. Nebenbestandtheile.
	Eusynchit:	$4Pb^3V^2O^8+Zn^3V^2O^8$ . . .	$(As^2O^5, (P^2O^5, Cu)$.
	Descloizit:	$(Pb, Zn)^4V^2O^9+aq$.	(Zn, Cu, Mn, Fe, Cl).
CrO^3.	**Rothbleierz:**	$PbCrO^4$.	
	Melanochroit:	$2PbCrO^4+PbO$.	
	Vauquelinit:	$Pb^2CuCr^2O^9$.	
MoO^3.	**Gelbbleierz:**	$PbMoO^4$	(Ca, V, Cr).
WoO^3.	**Scheelbleierz:**	$PbWoO^4$	(Ca, Fe, Mn).

16. Zinkminerale.

S.	**Zinkblende:**	ZnS	(Fe, Cd, Mn, Sn, In, Tl).
	Voltzin:	$4ZnS+ZnO$	(Fe).
O.	**Rothzinkerz:**	ZnO	(Mn).
	Franklinit:	$(Zn, Fe, Mn)O+(Fe^2, Mn^2)O^3$.	
	Gahnit:	$(Mg, Zn, Fe)O+Al^2O^3$ . . .	(MnO).
CO^2.	**Zinkspath** (Galmei):	$ZnCO^3$	(Fe, Mn, Cd, Cu, Pb, Ca, Mg, Si).
	Zinkeisenspath:	$(Zn, Fe)CO^3$	Desgl.
	Zinkblüthe:	$Zn^3CO^5+2H^2O$.	
SiO^2.	**Kieselzinkerz** (Galmei):	Zn^2SiO^4+aq.	(Fe).
	Moresnetit:	$ZnO; Al^2O^3; SiO^2; aq$.	(Ni).
	Willemit:	Zn^2SiO^4	(Mn, Fe, Ca, Mg).
	Troostit:	$(Zn, Mn)^2SiO^4$	(Mg).
P^2O^5.	**Hopeït:**	$Zn^3P^2O^8+4aq$.	
As^2O^5.	**Köttigit:**	$Zn^3As^2O^8+8aq$.	

17. Cadmiumminerale.

Greenockit: CdS.

(Siehe auch Zinkspath und Zinkblende.)

18. Zinnminerale.

S.	**Zinnkies:**	$SnCu^2FeS^4$	(Zn).
O.	**Zinnstein:**	SnO^2	(Fe, Mn, Ta, Nb, Si).

19. Kupferminerale.

			Ev. Nebenbestandtheile.
	Ged. Kupfer:	Cu	(Ag, Fe, Hg).
S.	**Kupferglanz:**	Cu^2S	(Fe, Ag).
	Kupferindig:	CuS	(Fe, Pb).
	Kupferkies:	$CuS + FeS$	(Se, Au).
	Buntkupfererz:	$Cu^2S + CuS + FeS$.	
	Cuproplumbit:	$2PbS + Cu^2S$	(Ag).
	Kupferwismuthglanz:	$Cu^2S + Bi^2S^3$.	
Se.	**Selenkupfer:**	Cu^2Se.	
	Selenkupferblei:	$9Cu^2Se + 2PbSe$.	
As.	**Domeykit:**	Cu^3As	(Ag).
As^2S^3. Sb^2S^3.	**Fahlerz:**	$4[(Cu, Ag)^2S, (Fe, Zn, Hg)S] + (Sb, As)^2S^3$.	
	Tennantit:	$4(Cu^2Fe)S + As^2S^3$.	
	Enargit:	$3Cu^2S + As^2S^3$	(Fe, Zn, Sb).
	Dufrenoysit:	$3Cu^2S + 2As^2S^3$.	
	Kupferantimonglanz:	$Cu^2S + Sb^2S^3$	(Fe, Pb).
	Bournonit:	$(2PbS + Cu^2S) + Sb^2S^3$	(Fe, Mn).
O.	**Rothkupfererz:**	Cu^2O	(Fe, Si).
	Tenorit:	CuO	(Fe, Ca, Si).
	Kupferschwärze:	CuO	$(Mn, Fe, aq.)$.
	Crednerit:	$3CuO + 2(Mn^2O^3)$.	(Ca).
	Kupfermanganerz:	$2(Cu, Mn)O + 2MnO^2 + aq.$	(Ca, Ba, Co, K).
CO^2.	**Malachit:**	$Cu^2CO^4 + H^2O$.	
	Kupferlasur:	$Cu^3C^2O^7 + H^2O$.	
P^2O^5.	**Phosphorchalcit:**	$Cu^3P^2O^8 + 3H^2CuO^2$.	(As^2O^5).
	Ehlit:	$Cu^3P^2O^8 + 2H^2CuO^2$.	(V^2O^5).
	Libethenit:	$Cu^3P^2O^8 + H^2CuO^2$	(As^2O^5).
	Tagilit:	$Cu^3P^2O^8 + H^2CuO^2 + 2\,aq.$	
	Kupferuranglimmer:	$CuU^2P^2O^{12} + 8\,aq.$	(As^2O^5).
As^2O^5.	**Olivenit:**	$Cu^3As^2O^8 + H^2CuO^2$.	(P^2O^5).
	Cornwallit:	$5CuO, As^2O^5, 5H^2O$.	
	Euchroit:	$Cu^3As^2O^8 + H^2CuO^2 + 6\,aq.$	
	Strahlerz:	$Cu^3As^2O^8 + 3H^2CuO^2$.	

			Ev. Nebenbestandtheile.
	Kupferglimmer:	$CuO, As^2O^5, Al^2O^3, H^2O$ . .	(P^2O^5, Fe^2O^3).
	Kupferschaum:	$5CuO, As^2O^5, 9H^2O$	(P^2O^5).
	Lirokonit:	$4CuO, Al^2O^3, As^2O^5, 12H^2O$.	
SO^3.	**Brochantit:**	$Cu^4SO^7+3H^2O$.	
	Lettsomit:	$6CuO, Al^2O^3, 2SO^3$, 12 aq.	(Ca).
	Kupfervitriol:	$CuSO^4+5$ aq.	
Cl.	**Atakamit:**	$H^3Cu^2ClO^3$.	
Cr^2O^3	**Vauquelinit:**	$Pb^2CuCr^2O^9$.	
V^2O^3.	**Volborthit:**	$(Cu, Ca)^4V^2O^9$+aq.	(BaO, Al^2O^3, SiO^2, MgO).
SiO^2.	**Dioptas:**	H^2CuSiO^4	(Fe).
	Kieselkupfer: (Kupferpecherz)	$CuSiO^3$+aq.	(Fe^2O^3).
	Allophan:	CuO, Al^2O^3, SiO^2, aq.	
	Kupferblau:	$CuO, (Al^2, Fe^2)O^3, SiO^2$, aq.	

20. Silberminerale.

	Ged. Silber:	Ag	(Sb, As, Hg, Co, Fe, Cu, Au).
Bi.	**Wismuthsilber:**	$Ag^{10}Bi$.	
Hg.	**Amalgam:**	Ag^nHg^m.	
Sb.	**Antimonsilber:**	Ag^mSb^n.	
Cl.	**Silberhornerz:**	AgCl	(Fe).
Br.	**Bromsilber:**	AgBr.	
J.	**Jodsilber:**	AgJ.	
Te.	**Tellursilber:**	Ag^2Te.	(Au, Fe).
TeSe.	**Selensilber:**	$Ag^2Te+PbSe$.	
S.	**Silberglanz:**	Ag^2S.	
	Silberkupferglanz:	Ag^2S+Cu^2S	(Fe).
	Sternbergit:	$AgFe^2S^3$.	
Sb.As.S.	**Rothgiltigerz,** dunkles:	$3Ag^2S+Sb^2S^3$.	(As^2S^3).
	Melanglanz:	$5Ag^2S+Sb^2S^3$	(Fe, Cu, As).
	Polyargyrit:	$12Ag^2S+Sb^2S^3$.	
	Schilfglaserz:	$5(Pb, Ag^2)S+2Sb^2S^3$.	
	Weissgiltigerz, lichtes:	$4(Fe, Zn, Pb, Ag^2)S+Sb^2S^3$.	
	Polybasit:	$9(Ag^2, Cu^2)S+(Sb, As)^2S^3$ . . .	(Fe, Zn).
	Arsensilber:	Ag, Fe, As, Sb, S.	
	Rothgiltigerz, lichtes:	$3Ag^2S+As^2S^3$	(Sb^2S^3).

Ev. Nebenbestandtheile.

21. Goldminerale.

			Ev. Nebenbestandtheile
	Ged. Gold:	Au	(Ag, Cu, Fe, Hg, Pd, Rh).
Te.	**Sylvanit:**	$AgTe^2+AuTe^2$.	
TeSb.	**Weisstellur:**	$(Au, Ag, Pb)(TeSb)^3$.	
S.Sb.	**Nagyagit:**	Pb, Fe, Au, Cu, S, Sb.	

22. Platin-, Iridium-, Osmiumminerale.

		Ev. Nebenbestandtheile
Ged. Platin:	Pt	(Fe, Cu, Rh, Ir, Pd, Os).
Platin-Iridium:	Pt, Ir	(Rh, Pd, Fe, Cu).
Iridium:	Ir, Pt	(Cu, Pb).
Palladium:	Pd	(Pt, Ir).
Osmiridium:	Ir, Os	(Rh, Ru, Fe).

23. Quecksilberminerale.

			Ev. Nebenbestandtheile
	Ged. Quecksilber:	Hg	(Ag).
Ag.	**Amalgam:**	Ag^nHg^m.	
Se.	**Selenquecksilber:**	HgSe.	

S.	**Zinnober:**	HgS	(Cu, Fe, Mn).

Cl.	**Quecksilberhornerz:**	Hg^2Cl^2.	
J.	**Quecksilberjodid:**	HgJ^2	(Cl).

---

24. Thonerdeminerale excl. der Silicate.

			Ev. Nebenbestandtheile
O.	**Korund:**	Al^2O^3.	
	Diaspor:	$H^2Al^2O^4$.	
	Hydrargillit:	$H^6Al^2O^6$.	
	Bauxit:	$H^6Al^2O^6, Fe^2O^3, SiO^2$.	

		Ev. Nebenbestandtheile
Spinell:	$MgO+Al^2O^3$	(Si, Ca, Fe, Cr).
Pleonast:	$(Mg, Fe)O+Al^2O^3$	(Zn).
Gahnit:	$(Zn, Mg, Fe)O+(Al^2, Fe^2)O^3$.	

			Ev. Nebenbestandtheile
SO^3.	**Aluminit:**	Al^2SO^6+9 aq.	
	Alaunstein:	$K^2(Al^2)^3S^4O^{22}+6$ aq.	(Na, Ca).
	Keramohalit:	$Al^2S^3O^{12}+18$ aq.	(Fe, Ca, Mg, Mn, K, Na).

			Ev. Nebenbestandtheile
F.	**Kryolith:**	$6NaF+Al^2F^6$.	(Fe, Ca, Mg).
	Chiolith:	$3NaF+Al^2F^6$.	
	Chodnewit:	$4NaF+Al^2F^6$.	
	Pachnolith:	$2NaF+2CaF^2+Al^2F^6+2$ aq.	

			Ev. Nebenbestandtheile.
P^2O^5.	**Amblygonit:**	$2Al^2P^2O^8+(Li, Na)F$.	
	Türkis:	$2Al^2O^3, P^2O^5, 5\,aq$.	
	Peganit:	$2Al^2O^3, P^2O^5, 6\,aq$.	
	Wavellit:	$3Al^2O^3, 2P^2O^5, 12\,aq$.	
	Lazulith:	$(Mg, Fe)O, Al^2O^3, P^2O^5, aq$.	

25. Beryllminerale.

O.	**Chrysoberyll:**	$BeO+Al^2O^3$ . . .	(Fe, Ca, Cr, Cu, Pb, Si, Ti).
SiO^2.	**Beryll:**	$Be^3(Al^2)Si^6O^{18}$	(Ca, Fe, Cr).
	Euklas:	$H^2Be^2(Al^2)Si^2O^{10}$	(Sn, Fe, F).
	Phenakit:	Be^2SiO^4	(Al, Ca, Mg).
$SiO^2.S$.	**Helvin:**	$3(Be, Mn, Fe)^2SiO^4+(Mn, Fe)S$.	

26. Zirkonminerale.

SiO^2.	**Zirkon:**	ZrO^2+SiO^2	(Fe).
	Malakon:	ZrO^2+SiO^2+aq. .	(Fe, Mn, Sn, Y, U, Ca, Mg).
$SiO^2.Cl$.	**Eudialyt:**	$6[(Na^2O, 2(Ca, Fe)O, 6(Si, Zr)O^2]+NaCl$.	
$SiO^2.TiO^2$.	**Oerstedit:**	$TiO^2, ZrO^2, SiO^2, (Ca, Mg, Fe)O, aq$.	

27. Cer-, Lanthan-, Didym-, Yttrium-, Erbium-, Thorium-Minerale.

SiO^2.	**Orthit:**	$H^2(Ca, Fe)^4(Al^2, Ce^2, Di^2, La^2, Y^2, Er^2, Fe^2)^3Si^6O^{26}$.
	Cerit:	$(Ce, La, Di)^2SiO^4+aq$.
	Tschewkinit:	$(Si, Ti)O^2, (Ce, La, Di, Fe, Mn, Mg)O$.
	Gadolinit:	$(Y, Ce, Be, Er, Fe)^3SiO^5$.
TiO^2.	**Aeschynit:**	$(Ti, Th, Nb)O^2, (Ce, La, Di, Y, Ca, Fe)O$.
	Polykras:	$4(Y, Er, Ce, U, Fe)TiO^3$ $+(Y, Er, Ce, U, Fe)Nb^2O^6+2\,aq$.
P^2O^5.	**Ytterspath:**	$(Y, Ce)^4P^2O^9$.
	Monazit:	$(Ce, La, Th)^4P^2O^8$.

28. Kalkminerale excl. der Silicate.

CO^2.	**Kalkspath**	⎫ $CaCO^3$	(Mg, Mn, Fe).
	Aragonit	⎭ $CaCO^3$	(Sr, Pb, Cu, Co, Mn).
	Dolomitspath:	$CaCO^3+MgCO^3$	(Fe, Mn).
	Plumbocalcit:	$n(CaCo^3)+PbCO^3$	(Zn).

			Ev. Nebenbestandtheile.
SO^3.	**Gyps:**	$CaSO^4+2\,aq$.	
	Anhydrit:	$CaSO^4$.	
	Glauberit:	$Na^2SO^4+CaSO^4$	(Cl).
F.	**Flussspath:**	CaF^2	(Fe, P, Cl).
P^2O^5.	**Apatit:**	$3Ca^3P^2O^8+Ca(Cl,F)^2$	(Fe, Mg).
As^2O^5.	**Pharmakolith:**	$H^2Ca^2As^2O^8+5\,aq$.	(Mg).
	Haidingerit:	$HCaAsO^4+aq$.	
	Berzeliit:	$(Ca,Mg,Mn)^3As^2O^8$.	
	Roselith:	$(Ca,Co,Mg)^3As^2O^8+2\,aq$.	
Sb^2O^5.	**Romeït:**	$Ca^2Sb^3O^8$	(Mn, Fe, Si).
WO^3.	**Scheelit:**	$CaWO^4$	(Fe, Mn).
TiO^2.	**Perowskit:**	$CaTiO^3$.	(Fe, Mn, Mg).
Nb^2O^5.	**Pyrochlor:**	Nb, Ti, Th, Ca, Ce, Fe.	
B^2O^3.	**Boronatrocalcit:**	$Na^2B^4O^7+2CaB^4O^7+18\,aq$.	

29. **Magnesiaminerale** excl. Silicate.

O.	**Periklas:**	MgO	(Fe).
	Brucit:	H^2MgO^2	(Ca, Mn, Fe, CO^2, SiO^2).
CO^2.	**Magnesit:**	$MgCO^3$	(Ca, Fe, Mn).
	Mesitinspath:	$2MgCO^3+FeCO^3$	(Ca, Mn).
	Hydromagnesit:	$3MgCO^3+H^2MgO^2+3\,aq$.	
SO^3.	**Bittersalz:**	$MgSO^4+7\,aq$.	
	Kieserit:	$MgSO^4+aq$.	
	Blödit siehe Natronminerale.		
B^2O^3.	**Boracit:**	$2Mg^3B^8O^{15}+MgCl^2$.	(Fe).
P^2O^5.	**Ludwigit:**	$Mg^3B^2O^8+Fe(Fe^2)O^4$.	
	Lüneburgit:	$2HMgPO^4+MgB^2O^4+7\,aq$.	
	Wagnerit:	$Mg^2P^2O^8+MgF^2$	(Ca, Fe, SiO^2).

30. **Barytminerale** excl. Silicate.

CO^2.	**Witherit:**	$BaCO^3$.	
	Alstonit }	$BaCO^3+CaCO^3$.	
	Barytocalcit }	$BaCO^3+CaCO^3$	(Mn).
SO^3.	**Schwerspath:**	$BaSO^4$	(Ca, Sr).

31. **Strontianminerale** excl. Silicate.

CO^2.	**Strontianit:**	$SrCO^3$	(Ca, Mn, Fe, H^2O).
SO^4.	**Coelestin:**	$SrSO^4$	(Ba, Ca, Fe, H^2O).

Ev. Nebenbestandtheile.

32. **Natronminerale** excl. Silicate.

Cl.	**Steinsalz:**	$NaCl$	($CaCl^2, MgCl^2, CaSO^4$).
CO^2.	**Trona:**	$Na^4H^2C^3O^9+3$ aq.	
SO^3.	**Thenardit:**	Na^2SO^4	(K, Cl).
	Glauberit:	$Na^2SO^4+CaSO^4$	(Cl).
	Blödit:	$Na^2SO^4+MgSO^4+4$ aq.	
NO^2.	**Chilesalpeter:**	$NaNO^3$.	
B^2O^3.	**Tinkal:**	$Na^2B^4O^7+10$ aq.	
	Boronatrocalcit:	$Na^2B^4O^7+2CaB^4O^7+18$ aq.	
F.	**Kryolith:**	$6NaF+Al^2F^6$	(Fe, Ca, Mg).

Chiolith, Chodnewit, Pachnolith siehe Thonerdeminerale.

33. **Kaliminerale** excl. Silicate.

Cl.	**Sylvin:**	KCl	(Na, Mg, SO^3).
	Carnallit:	$KMgCl+6$ aq.	(Na, Ca, Fe, SO^3).
SO^3.	**Glaserit:**	K^2SO^4	(Na).
	Alaunstein:	$K^2Al^6S^4O^{22}+6$ aq.	(Na, Ca).
	Polyhalit:	$2CaSO^4+K^2SO^4+MgSO^4+2$ aq. .	(Na, Fe, Cl).
	Kainit:	$MgSO^4+KCl+3$ aq.	(Na).
NO^2.	**Kalisalpeter:**	KNO^3.	(Ca).

34. **Lithionminerale** excl. Silicate.

P^2O^5.	**Amblygonit:**	$2Al^2P^2O^8+3(Li, Na)F$.	
	Triphylin:	$(Li, Na)^3PO^4+(Fe, Mn)^3P^2O^8$	(K, Ca).

35. **Ammoniakminerale.**

Cl.	**Salmiak:**	NH^4Cl.
P^2O^5.	**Struvit:**	NH^4MgPO^4+6 aq.
B^2O^3.	**Larderellit:**	$(NH^4)^2B^8O^{13}+4$ aq.

35. (Anhang.) **Borsäureminerale.**

Sassolin: $H^6B^2O^6$.

Tinkal, Boronatrocalit siehe Natronminerale.

Boracit, Lüneburgit, Ludwigit siehe Magnesiaminerale.

36. Silicate*).

In der nachstehenden Tabelle sind die wichtigsten Silicate folgendermassen geordnet:

I. Silicate, welche andauernd starke Flammenfärbung geben.

Anmerkung: Man beachte die pag. 84 gegebene Vorschrift zur Prüfung auf Flammenfärbung.

1. **Kali-Flammenfärbung** ev. neben Natron- oder Kalkfärbung. pag. 110.
2. **Vorherrschende Natron-Flammenfärbung,** die sich auch nach längerem Erhitzen nicht vermindert. pag. 111.
3. **Kalk-Flammenfärbung** bez. Kalk-Natron-Flammenfärbung. pag. 112.
4. **Lithion-Flammenfärbung.** pag. 114.
5. **Baryt- bez. Baryt-Strontian-Flammenfärbung.** pag. 114.
6. **Borsäure- bez. Borsäure-Kalk-Flammenfärbung.** pag. 114.

II. Silicate, welche keine andauernd starke Flammenfärbung geben.

1. **Magnesia-Silicate** bez. Magnesia-, Thonerde-, Eisen-Silicate. pag. 115.
2. **Thonerde-Silicate** bez. Eisen-, Thonerde-Silicate. pag. 116.

Bei der gleichartigen qualitativen Zusammensetzung zahlreicher Silicate ist die Species zwar durch die Löthrohranalyse allein nicht immer zu bestimmen; wohl aber wird in vielen Fällen die zugehörige chemische Gruppe festgestellt werden können, und es bleibt alsdann die nähere Bestimmung der mineralogischen Untersuchung vorbehalten.

Zur weiteren Orientirung ist die Schmelzbarkeit der einzelnen Silicate durch folgende Schmelzgrade bezeichnet:

I. Leicht zur Kugel schmelzbar z. B. Natrolith.
I—II. Schwer zur Kugel schmelzbar z. B. Kaliglimmer.
II. Leicht an den Kanten schmelzbar z. B. Orthoklas.
II—III. Schwer an den Kanten schmelzbar z. B. Talk.
III. Nur in Spuren an feinen Kanten schmelzbar, bis vollkommen unschmelzbar z. B. Cyanit.
A. Aufblähen, Aufschäumen oder Ausblühen der Probe.

---

*) Die Metallsilicate sind bei den betreffenden Metallverbindungen nachzusehen.

I. Silicate, welche andauernd starke Flammenfärbung geben.

(Diejenigen Species, welche zufolge wechselnder Zusammensetzung verschiedene Flammenfärbungen geben können, sind in den bez. Gruppen wiederholt worden.)

1. Kali-Flammenfärbung ev. neben Natron- oder Kalkfärbung.

a) Wasserfrei oder nur hygroskopisches Wasser enthaltend:

Schmelzgrad.			Ev. Nebenbestandtheile.
I A.	**Eläolith:**	$(Na,K)^2(Al^2)Si^2O^8$.	
I—II.	**Mizzonit:**	$(Na,K,Ca)^6(Al^2)^4Si^{15}O^{48}$.	
II.	**Orthoklas:**	$K^2(Al^2)Si^6O^{16}$ . . .	(Na, Ba, Ca, Mg, Fe).
II.	**Hyalophan:**	$(K^2Ba)(Al^2)Si^4O^{12}$.	
II.	**Nephelin:**	$(Na,K)^2(Al^2)Si^2O^8$	(Ca).
III.	**Leucit:**	$K^2(Al^2)Si^4O^{12}$	(Na).

b) Mit basischem Wasser:

I—II.	**Kaliglimmer:**	$H^4K^2(Al^2)^3Si^6O^{24}$.	$(Na, Ca, Mg, Fe, Mn, F, Ti, aq.)$.
I—II.	**Magnesiaglimmer:**	$H^3K^3(Al^2)^3Si^6O^{24} + nMg^{12}Si^6O^{24}$ . . .	$(Fe, Na, F, Ti, aq.)$.
I—II.	**Chromglimmer:**	$H^4K^2(Cr^2, Al^2)^3Si^6O^{24}$ z. Th. .	$(Fe, Na, aq.)$.
I—II.	**Lepidomelan:**	$H^4K^2(Al^2)^3Si^6O^{24} + nMg^{12}Si^6O^{24}$	(Fe^2).
I—II A.	**Gigantolith:**	$H^2O, K^2O, NaO, (MgFe)O, (Al^2Fe^2)O^3, SiO^2$.	
II.	**Pinit:**	$H^6K^2(Al^2)^2Si^5O^{20}$.	
II—III.	**Agalmatolith z. Th.:**	$H^2O, K^2O, Al^2O^3(Fe^2O^3), SiO^2$.	

c) Hydrate z. Th. mit basischem Wasser:

I.	**Herschelit:**	$(NaK^2)Ca(Al^2Fe^2)^2Si^8O^{24} + 10\,aq$.
I A.	**Chabasit:**	$(H^2K)^2Ca(Al^2)Si^5O^{15} + 6\,aq$.
I A.	**Apophyllit:**	$4(H^2CaSi^2O^6 + aq.) + KF$.
I A.	**Phillipsit:**	$(Ca, K^2, Na^2)(Al^2)Si^4O^{12} + 4\,aq$.
	Desmin, siehe Kalkfärbung.	

Schmelzgrad.			Ev. Nebenbestandtheile.
II.	**Glaukonit:**	$K^2O, FeO, Al^2O^3, Fe^2O^3, SiO^2 + aq.$	
II.	**Grünerde:**	$K^2O, NaO, MgO, FeO, Al^2O^3, SiO^2 + aq.$	
II A.	**Gümbelit:**	$K^2O, MgO, Fe^2O^3, Al^2O^3, SiO^2 + aq.$	
II.	**Rosellan:**	$K^2O, MgO, CaO, Al^2O^3, SiO^2 + aq.$	

d) Kalihaltige Silicate mit Sulfaten:

I.	**Hauyn:**	$2(Na^2, K^2, Ca)(Al^2)Si^2O^8 + (Na^2, Ca)SO^4.$
I A.	**Ittnerit:**	$(Na, Ca, Mg, K)O, Al^2O^3, SiO^2, SO^3, Cl, aq.$

2. Vorherrschende Natron-Flammenfärbung ev. neben Spuren von Kali- oder Kalkfärbung.

a) Wasserfrei oder nur hygroskopisches Wasser enthaltend:

I.	**Akmit:**	$Na^2(Fe^2)Si^4O^{12}$	(Ti).
I.	**Oligoklas:**	$nNa^2(Al^2)Si^6O^{16} + Ca(Al^2)Si^2O^8$ . . .	(K, Mg).
I.	**Glaukophan:**	$3Na^2SiO^3 + 6(Ca, Mg, Fe)SiO^3$	(Mn).
I.	**Melilith:**	$(Ca, Mg, Na^2)^{12}(Al^2Fe^2)^2Si^9O^{36}.$	
I A.	**Eläolith:**	$(Na, K)^2(Al^2)Si^2O^8.$	
I A.	**Sarkolith:**	$(Na^2Ca^8)(Al^2)^3Si^9O^{36}$	(K)
I—II.	**Albit:**	$Na^2(Al^2)Si^6O^{16}$	(K, Ca, Mg).
I—II.	**Labrador:**	$nNa(Al^2)Si^6O^{16} + Ca(Al^2)Si^2O^8$	(Fe).
I—II.	**Andesin:**	$mNa(Al^2)Si^6O^{16} + Ca(Al^2)Si^2O^8$ . . .	(Fe, Mg).
I—II.	**Mizzonit:**	$(Na, Ca)^6(Al^2)^4Si^{15}O^{48}.$	
I—II.	**Melilith:**	$(Ca, Mg, Na^2)^{12}(Al^2Fe^2)^2Si^9O^{36}.$	
II.	**Nephelin:**	$(Na, K)^2(Al^2)Si^2O^8$.	(Ca).
II.	**Jadeït:**	$(Na, Mg, Fe)O, Al^2O^3, SiO^2$	(aq.).
II.	**Saussurit:**	$CaO, Na^2O, Al^2O^3, SiO^2$	(Fe, aq.).

b) Mit basischem Wasser:

I.	**Pektolith:**	$(H^2Na^2Ca)SiO^3.$
I—II.	**Krokydolith:**	$NaO, FeO, (Mg, Mn, Ca)O, SiO^2, H^2O.$
I—II A.	**Gigantolith:**	$H^2O, K^2O, NaO, (Mg, Fe)O, (Al^2Fe^2)O^3, SiO^2.$
II—III.	**Natronglimmer:**	$H^4Na^2(Al^2)^3Si^6O^{24}.$

c) Hydrate z. Th. mit basischem Wasser:

I.	**Herschelit:**	$(NaK^2)^2Ca(Al^2Fe^2)^2Si^8O^{24} + 10\,aq.$
I A.	**Gmelinit:**	$(Na^2K^2Ca)(Al^2)Si^4O^{12} + 6\,aq.$
I A.	**Natrolith:**	$Na^2(Al^2)Si^3O^{10} + 2\,aq.$

Schmelzgrad. Ev. Nebenbestandtheile.

I A. **Analcim:** $Na^2(Al^2)Si^4O^{12}+2\,aq.$

I A. **Faujasit:** $H^4Na^2Ca(Al^2)^2Si^{10}O^{30}+18\,aq.$

I A. **Phillipsit:** $(Ca, K^2, Na^2)(Al^2)Si^4O^{12}+4\,aq.$

I A. **Thomsonit:** $2(Ca, Na^2)(Al^2)Si^2O^8+5\,aq.$

d) Natronhaltige Silicate mit Sulfaten:

I. **Nosean:** $nNa^2(Al^2)Si^2O^8+Na^2SO^4$ . . . . . (Ca, Cl).

I. **Hauyn:** $2(Na^2, Ca)(Al^2)Si^2O^8+(Na^2, Ca)SO^4.$

I. **Lasurstein:** $(Na, Ca)O, (Al^2Fe^2)O^3, SiO^2, SO^3, S.$ . . . (aq.).

I A. **Ittnerit:** $(Na, Ca, Mg, K)O, Al^2O^3, SiO^2, SO^3, Cl, aq.$

e) Natronhaltige Silicate mit Chloraten:

I—II A. **Sodalith:** $3(Na^2(Al^2)Si^2O^8)+2NaCl.$

f) Natronhaltige Silicate mit Fluor:

I. **Leukophan:** $6NaF+(Be, Ca)^{15}Si^{14}O^{43}$. . . . . . . (Mn).

3. Kalk-Flammenfärbung bez. Kalknatronfärbung.

a) Wasserfrei oder nur hygroskopisches Wasser enthaltend:

I. **Oligoklas:** $nNa^2(Al^2)Si^6O^{16}+Ca(Al^2)Si^2O^8.$

I. **Kalkthongranat:** $Ca^3(Al^2)Si^3O^{12}$ . . . . (Mg, Fe, Mn).

I. **Kalkeisengranat:** $Ca^3(Fe^2)Si^3O^{12}.$

I. **Jadeït:** $(CaNa^2MgFe)O, Al^2O^3, SiO^2.$ . . . . (aq.).

I A. **Babingtonit:** $9(Ca, Fe, Mn)SiO^3+(Fe^2)Si^3O^9.$

I A. **Sarkolith:** $Na^2Ca^8(Al^2)^3Si^9O^{36}$ . . . . (K).

I A. **Mejonit:** $Ca^6(Al^2)^4Si^9O^{36}$. . . . . (Mg, Na, K).

I—II. **Mizzonit:** $(Ca, Na, K)^6(Al^2)^4Si^{15}O^{48}.$

I—II. **Melilith:** $(Ca, Mg, Na^2)^{12}(Al^2Fe^2)^2Si^9O^{36}.$

I—II. **Labrador:** $nCa(Al^2)Si^2O^8+Na^2(Al^2)Si^6O^{16}.$

I—II A. **Skapolith:** $Ca(Al^2)Si^2O^8$ . . . . (Fe, aq.).

I—II. **Augit u. Hornblende:** $(Mg, Ca)Si^2O^6+Al^2O^3.$

I—II. **Diopsid:** $(Mg, Ca, Fe)Si^2O^6.$

I—II. **Grammatit:** $(Mg, Ca)Si^2O^6$

II. **Hypersthen:** $(Mg, Fe, Ca)SiO^3.$

II. **Wollastonit:** $Ca(Mg, Fe)Si^2O^3.$

II. **Anorthit:** $Ca(Al^2)Si^2O^8$ . . . . . . (Na, K, Mg, Fe).

Schmelzgrad.			Ev. Nebenbestandtheile.
II.	**Saussurit:**	$CaO, Na^2O, Al^2O^3, SiO^2$ . . .	(aq, Mg, Fe).
II.	**Barsowit:**	$Ca(Al^2)Si^2O^8$	(Mg, Na).
II A.	**Nephrit:**	$(Mg, Ca, Fe)SiO^3$.	
II—III.	**Gehlenit:**	$(CaMg)^3(Al^2Fe^2)Si^2O^{12}$.	
II—III.	**Diallag:**	$(Ca, Mg, Mn)Si^2O^8$	(Al, aq.).
II—III.	**Monticellit:**	$Ca^2SiO^4 + (MgFe)^2SiO^4$.	
III.	**Bronzit:**	$(Mg, Fe, Ca)SiO^3$.	
III.	**Chromgranat:**	$Ca^3(Cr^2)Si^3O^{12}$.	

Titansäurehaltige Kalksilicate:

I.	**Yttrotitanit:**	$(Ca, Y, Ce)O, (Al^2Fe^2)O^3, TiO^2, SiO^2$.	(Mn).
I A.	**Mosandrit:**	$(Ce, La, Di, Ca, Mg, K, Na)O, TiO^2, SiO^2$, aq.	
I A.	**Tschewkinit:**	$(Ce, La, Di, Fe, Ca)O$, SiO^2, TiO^2	(Mg, Mn, K, Na).
II.	**Schorlomit:**	$(Ca, Fe, Mg)O, Fe^2O^3, TiO^2, SiO^2$ . .	(K, Na).
II A.	**Titanit:**	$CaSiTiO^5$	(Fe, Y, Al).

b) Mit basischem Wasser:

I.	**Lievrit:**	$H^2(CaFe)^6(Fe^2)Si^4O^{18}$	(Mn).
I A.	**Prehnit:**	$H^2Ca^2(Al^2, Fe^2)Si^3O^{12}$.	
I A.	**Vesuvian:**	$H^{14}(Ca, Mg)^{40}(Al^2Fe^2)^{10}Si^{35}O^{147}$.	
I A. / II A. / II.	**Epidot:**	$H^2Ca^4(Al^2Fe^2)^3Si^6O^{26}$	(Mn, Na, Li).
I A. / I—II A.	**Margarit:**	$(H^2Na^2K)^2(CaMg)(Al^2)^2Si^2O^{12}$.	
III.	**Xantophyllit:**	$(H^2, Ca, Mg, Fe)O, (Al^2, Fe^2)O^3, SiO^2$.	
III.	**Clintonit:**	$(H^2, Ca, Mg)O, Al^2O^3, SiO^2$.	

c) Hydrate z. Th. mit basischem Wasser:

I A	**Skolecit:**	$Ca(Al^2)Si^3O^{10} + 3$ aq.	
I A.	**Thomsonit:**	$2(CaNa^2)(Al^2)Si^2O^8 + 5$ aq.	
I A.	**Phillipsit:**	$(Ca, K^2, Na^2)(Al^2)Si^4O^{12} + 4$ aq.	
I A.	**Gmelinit:**	$(Ca, Na^2K^2)(Al^2)Si^4O^{12} + 6$ aq.	
I A.	**Faujasit:**	$H^4CaNa^2(Al^2)^2Si^{10}O^{30} + 18$ aq.	
I A.	**Okenit:**	$H^2CaSi^2O^6$ + aq.	
I A.	**Laumontit:**	$H^4Ca(Al^2)Si^4O^{12} + 2$ aq.	
I A.	**Chabasit:**	$(H^2K)^2Ca(Al^2)Si^5O^{15} + 6$ aq.	(Na).
I A.	**Desmin:**	$H^4Ca(Al^2)Si^6O^{18} + 4$ aq.	(K, Na).
I A.	**Stilbit:**	$H^4Ca(Al^2)Si^6O^{18} + 3$ aq.	

d) Kalkhaltige Silicate mit Sulfaten:

Schmelzgrad.		Ev. Nebenbestandtheile.
I.	**Hauyn:**	$2(Na^2Ca)(Al^2)Si^2O^8 + (Na^2, Ca)SO^4$.
IA.	**Ittnerit:**	$(Na, Ca, Mg, K)O, Al^2O^3, SiO^2, SO^3, Cl$, aq.

e) Kalkhaltige Silicate mit Fluor:

I.	**Leukophan:**	$6NaF + (Ca, Be)^{15}Si^{14}O^{43}$. . . . . (Mn).

4. Lithion-Flammenfärbung bez. Lithion-Kalknatronfärbung.

a) Wasserfrei oder nur hygroskopisches Wasser enthaltend:

IA.	**Spodumen:**	$Li^2(Al^2)Si^4O^{12}$ . . . . (K, Na).
II.	**Petalit:**	$Li^6(Al^2)^4Si^{30}O^{75}$ . . . . (Na).

b) Mit basischem Wasser:

I—II.	**Lithionglimmer:**	$2[(H^2KLi)O, Al^2O^3 . 2SiO^2] + Si^2O^3F^2$.
I—II.	**Lithionturmalin:**	$(H^2K^2Na^2Li^2MgCa)^3(Al^2)^6(B^2)^2Si^9O^{45}$.

5. Baryt-Flammenfärbung bez. Baryt-Strontianfärbung.

IA.	**Brewsterit:**	$(Ba, Sr, Ca)(Al^2)Si^6O^{16} + 5$ aq.
I—II.	**Harmotom:**	$H^2(Ba, K^2)(Al^2)Si^5O^{15} + 4$ aq.
II.	**Hyalophan:**	$(BaK^2)(Al^2)Si^4O^{12}$.
II—III.	**Edingtonit:**	$Ba(Al^2)Si^3O^{10} + 3$ aq.

6. Borsäure-Flammenfärbung bez. Borsäure-Kalkfärbung.

a) Wasserfrei oder nur hygroskopisches Wasser enthaltend:

I—II.	**Danburit:**	$Ca(B^2)Si^2O^8$.

b) Wasserhaltig:

IA.	**Axinit:**	$H^2(Ca, Fe, Mn, Mg)^6(Al^2B^2)^3Si^8O^{32}$ . . (K).
IA.	**Datolith:**	$H^2Ca^2(B^2)Si^2O^{12}$.
IA.	**Botryolith:**	$H^2Ca^2(B^2)Si^2O^{12}$ + aq.
I—II.	**Turmalin:**	$(H^2K^2NaMgCa)^3(Al^2)^6(B^2)^2Si^9O^{45}$.

7. Phosphorsäure-Flammenfärbung.

I.	**Sordawalit:**	$FeO, MgO, Al^2O^3, P^2O^5, SiO^2$ + aq.

II. Silicate, welche keine andauernd starke Flammenfärbung geben.

1. Magnesia-Silicate.

a) Wasserfrei oder nur hygroskopisches Wasser enthaltend:

Schmelzgrad.			Ev. Nebenbestandtheile.
I.	**Magnesiathongranat:**	$Mg^3(Al^2)Si^3O^{12}$ . . .	(Ca, Mn, Fe, Cr).
I—II.	**Hyalosiderit:**	$(Fe, Mg)^2SiO^3$ . . .	(Ca, Mn, Al, Cr, Ni, Sn).
II z. Th. III.	**Olivin:**	$(Mg, Fe)^2SiO^3$ . . .	(Ca, Mn, Al, Cr, Ni, Sn).
II.	**Cordierit:**	$Mg^3(Al^2Fe^2)^3Si^8O^{28}$.	
II—III.	**Bronzit:**	$(Mg, Fe)SiO^3$	(Ca, Mn, Al, Fe^2O^3).
II—III.	**Hypersthen:**	$(Fe, Mg)SiO^3$.	
III.	**Enstatit:**	$(Mg, Fe)SiO^3$ . . .	(K, Na, Ca$(Fe^2Al^2)O^3$).
III.	**Humit:**	$(Mg, Fe)^5Si^2(O, F^2)^9$	(Al).

b) Mit basischem Wasser:

II.	**Chlorit:**	$H^6(Mg, Fe)^4(Al^2)Si^2O^{14}$.
II.	**Klinochlor:**	$H^8(MgFe)^6(Al^2)Si^3O^{19}$.
II.	**Pennin:**	$H^{10}(MgFe)^7(Al^2)Si^4O^{23}$.
II—III.	**Talk:**	$H^2Mg^3Si^4O^{12}$.

c) Hydrate:

I.	**Saponit:**	MgO, Al^2O^3, SiO^2+aq.	
I.	**Spadaït:**	$Mg^5Si^6O^{17}+4\,aq$.	(Fe).
I.	**Bergholz:**	MgO, Fe^2O^3, SiO^2+aq.	
I—II A.	**Pyrosklerit:**	$(MgFe)^6(Al^2Cr^2)Si^4O^{17}+aq$.	
II.	**Esmarkit:**	$Mg^3(Al^2Fe^2)^3Si^8O^{28}+aq$.	
	Chlorophyllit:	$Mg^3(Al^2Fe^2)^3Si^8O^{28}+aq$.	
II.	**Piotin:**	MgO, Al^2O^3, SiO^2+aq.	
II—III.	**Serpentin:**	$H^2Mg^3Si^2O^8+aq$.	(Fe).
II—III.	**Meerschaum:**	$Mg^2Si^3O^8+aq$.	
II—III.	**Praseolith:**	$MgO, (Al^2Fe^2)O^3, SiO^2+aq$.	

Schmelzgrad.			Ev. Nebenbestandtheile.
III.	**Gymnit:**	$Mg^4Si^3O^{10}+6\,aq$.	(Ca, Al^2, Fe^2).
III.	**Antophyllit:**	$(MgFe)SiO^3+aq$.	(Ca, Mn, Al).
III.	**Villarsit:**	$(Mg, Fe, Mn, Ca)O, SiO^2+aq$	(K).
III.	**Pikrophyll:**	$3(Mg, Fe, Ca)SiO^3+2\,aq$.	(Al).
III.	**Pikrosmin:**	$2(Mg, Fe, Mn)SiO^3+aq$	(Al).
III.	**Monradit:**	$4(Mg, Fe)SiO^3+aq$.	

2. Thonerde-Silicate.

a) Wasserfrei oder nur hygroskopisches Wasser enthaltend:

II—III.	**Beryll:**	$Be^3(Al^2)Si^6O^{18}$	(Ca, Fe, Cr).
III.	**Cyanit:**	Al^2SiO^5	(Ca, Fe).
III.	**Andalusit:**	Al^2SiO^5	(K, Ca, Mg, Fe).
III.	**Sillimanit:**	Al^2SiO^5	(Mg, Fe).
III.	**Topas:**	$5(Al^2)SiO^5+(Al^2)SiF^{10}$.	

b) Mit basischem Wasser:

I—II.	**Karpholit:**	$H^4(Fe, Mn, Mg)(Al^2, Fe^2)O^3Si^2O^{10}$	(K, Na).
II.	**Staurolith:**	$H^2(Fe, Mg)^3(Al^2)^6Si^6O^{34}$	(Mn).
II—III.	**Euklas:**	$H^2Be^2(Al^2)Si^2O^{10}$	(Fe, SnO^2).
II—III.	**Ottrelit:**	$H^6(Fe, Mn)^3(Al^2)^2Si^6O^{24}$.	

c) Hydrate:

II A.	**Bol:**	$(Al^2, Fe^2)^3, SiO^2, aq$.	(Ca).
II–III.	**Anauxit:**	$(Al^2)Si^4O^{11}+3\,aq$.	(Ca).
III.	**Steinmark:**	$(Al^2Fe^2)O^3, SiO^2+aq$.	(Mg, Na).
III.	**Halloysit:**	$(Al^2)Si^2O^7+4\,aq$.	
III.	**Allophan:**	$(Al^2)SiO^5+5\,aq$.	(Cu).
III.	**Kaolin:**	$H^2(Al^2)Si^2O^8+aq$.	
III A.	**Tyrophyllit:**	$(Al^2)Si^3O^9+aq$	(Mg, Fe).

Anhang.

Die wichtigsten quantitativen Löthrohrproben

und

ihre Beschickung.

Anmerkung: Speciellere Anleitung zur Ausführung der quantitativen Untersuchung gibt Plattner's Probirkunst mit dem Löthrohr. 5. Aufl. bearbeitet von Th. Richter, Leipzig 1878.

Die quantitative Löthrohr-Analyse beschränkt sich auf die Bestimmung des Metallgehaltes in Erzen, Hüttenproducten und Legirungen.

Mit Ausnahme von Kobalt und Nickel, welche als Arsenverbindungen bestimmt werden, lassen sich hierbei die Metalle in regulinischer Form, entweder für sich oder mit Gold bez. Silber legirt, abscheiden und zwar nach einer Methode, welche der metallurgischen Gewinnungsart nachgebildet ist.

Sehr genaue Resultate gibt die Silberprobe, während bei den übrigen Proben nicht der absolute Metallgehalt, sondern nur die Menge an pyrochemisch ausbringbarem Metall festzustellen ist, was jedoch den praktischen Anforderungen vollkommen genügt. Bei der geringen Quantität der in Arbeit zu nehmenden Substanz ist auf Gewinnung einer richtigen Durchschnittsprobe ganz besonders zu achten.

Das übliche Gewicht für die Probe ist der Probircentner = 100 Milligramm, so dass jedes ausgebrachte Milligramm Metall dem Procentgehalte entspricht.

Mittelst des Löthrohrs lassen sich quantitativ bestimmen: **Silber, Gold, Kupfer, Blei, Zinn, Wismuth, Nickel, Kobalt und Quecksilber.**

Zur Bestimmung von Eisen, Chrom und Zink eignet sich die pyrochemische Methode nicht, oder doch nur in Verbindung mit der Analyse auf nassem Wege.

Dagegen ist die allgemeine Prüfung der **Brennstoffe** (Steinkohle, Braunkohle, Torf etc.) auf ihren annähernden Gehalt an Wasser und Asche, sowie auf ihren „absoluten Wärmeeffect" und ihre Ausgiebigkeit an Coks, mittelst des Löthrohrs leicht auszuführen.

Für quantitative Proben kann man sich, anstatt des Löthrohrs, mit Vortheil einer Gebläsevorrichtung bedienen, wie ich sie in der Berg- und Hüttenm. Zeitung 1876, No. 18 beschrieben habe. (Siehe auch Plattner's Probirkunst, 5. Aufl., pag. 574.)

1. Silberprobe.	(1 Probir-Ctr. = 100 Milligrm.)
1) Silbererze.	a) **Ansieden der Probe;** Einschmelzen im **Sodapapiercylinder** auf Kohle im **Reductionsfeuer;** sobald die Schlacke dünnflüssig und frei von Blei: **Oxydationsflamme,** die man längere Zeit auf das rotirende Bleikorn wirken lässt; hierdurch: **Verflüchtigung** von Schwefel, Arsen etc., während Eisen, Zinn etc. oxydirt und verschlackt werden. Beschickung: 1 Ctr. **Probirgut,** c. 1 „ **Boraxglas,** je nach der Gangart; 5—10 „ **Probirblei,** je nach dem geringeren oder grösseren Gehalt an Kupfer und Nickel. b) **Haupttreiben** des **Werkbleis** auf der **Knochenasch-Kapelle.** c) **Feintreiben.**
2) Legirungen:	a) **Ansieden;** Beschickung: 1 Ctr. Probirgut, ½ „ Boraxglas, 1—5 „ Probirblei je nach dem Kupfergehalt. — Silbermünzen. Hüttensilber. ½ Ctr. Probirgut, ½ „ Boraxglas, 10 „ Probirblei — Schwarzkupfer. Kupfermünzen. 1 Ctr. Probirgut, ½ „ Boraxglas, 5—15 „ Probirblei — Bronze u. Glockenmetall bei Gegenwart von Zinn. b) u. c) **wie oben;** bei grossem Kupfergehalt mit neuen Zusätzen von Blei. Anmerk.: Blei- und Wismuthlegirungen können sofort abgetrieben werden.
3) Amalgame:	a) Das **Quecksilber** wird in einer einseitig geschlossenen Glasröhre vorsichtig abdestillirt. b) Den **Rückstand** schmilzt man mit etwas **Borax** und **1 Ctr. Probirblei** auf Kohle ein und treibt das gebildete **Werkblei** auf der Kapelle ab.

Löthrohr-Proben.

2. Goldprobe.	Die **Beschickung** der Probe, das **Ansieden** und **Abtreiben** des Werkbleies auf der Knochenasch-Kapelle geschieht genau nach der für die Silberprobe gegebenen Vorschrift. Ist der Goldgehalt sehr gering, so wird es erforderlich, eine grössere Menge von Proben, etwa 20—30 anzusieden und bis zum Feintreiben einzeln zu behandeln. Alsdann werden die gewonnenen Werkbleikörnchen auf einer neuen Kapelle zusammengeschmolzen und dem Feintreiben unterworfen. Ist neben **Gold** ein **Silbergehalt** vorhanden, wie das meistens der Fall ist, so kann die Trennung beider Metalle in dem ausgebrachten Korn nur auf nassem Wege, nach dem üblichen Verfahren, bewerkstelligt werden. Dasselbe gilt für die Trennung von Platin, Iridium, Rhodium und Palladium. Die Bestimmung des Goldgehaltes in natürlichen und künstlichen **Amalgamen** geschieht in der Weise, dass man $^1/_2$ **Ctr. des Amalgames** in einer einseitig geschlossenen Glasröhre vorsichtig abdestillirt, den Rückstand mit etwas **Borax** und **1 Ctr. Probirblei** auf Kohle zusammenschmilzt und auf der Kapelle abtreibt.
3. Kupferprobe.	
1) Kupfererze.	a) Mehrmaliges **Abrösten von 1 Ctr. Probirgut** mit $^1/_3$ Ctr. Graphit oder 1 Ctr. Kohlenstaub im Röstschälchen; leicht zusammensinternde Proben werden mit Eisenoxyd gemengt. (Oxydische Erze können sofort angesotten werden.) b) **Ansieden auf Schwarzkupfer;** Beschickung: **Röstproduct** von 1 Ctr. Probirgut. 1 **Ctr. trockne Soda;** bei Gegenwart von Silicaten $^1/_2$ Ctr. mehr; $^1/_2$,, **Boraxglas;** $^1/_3$—$^1/_2$,, **Probirblei.** Anmerk.: Ist das Schwarzkupferkorn **dunkel,** so wird es nochmals mit etwas Probirblei und Borax in der Reductionsflamme behandelt, bis es lichtbleigrau erscheint. c) **Gaarmachen des Schwarzkupfers;** Einschmelzen des Schwarzkupfers mit **Borsäure** auf Kohle in der Reductionsflamme; alsdann: Behandlung der **Borsäure** mit der **Oxydationsflamme,** bis zur völligen **Aufnahme** des sich bildenden **Bleioxyds,** seitens der **Borsäure.**
2) Legirungen:	a) **Ansieden** mit $^1/_2$—1 **Ctr. Probirblei,** etwas **Borax** und **Soda.** Bleihaltige Legirungen können sofort gaargemacht werden. b) **Gaarmachen,** wie oben. Anmerk.: Zinnhaltiges Kupfer wird (an Stelle der Borsäure) mit einer Schmelze von 1 Ctr. Soda, $^1/_2$ Ctr. Boraxglas und $^1/_3$ Ctr. Kieselpulver gaar gemacht.

4. Bleiprobe.	
1) Kupferfreie Bleierze.	**Niederschlagsprobe** (im Thontiegel): Beschick.: 1 Ctr. Probemehl, $^1/_2$ „ met. Eisen (Draht), 3 „ Reductionsfluss, bestehend aus: { 10 Th. trockner Soda, 13 „ kohlens. Kali. 5 „ Boraxglas, 5 „ Stärkemehl, } Schmelzdecke von 6 Ctr. trocknem Kochsalz. Die Beschickung wird **ungemischt** und in obiger Reihenfolge in den Tiegel gegeben. Anmerk.: Antimonhaltige Proben müssen vorher **abgeröstet** werden. War das Bleierz silberhaltig, so wird das ausgebrachte Bleikorn, nach dem Auswägen, auf der Kapelle abgetrieben.
2) Oxydische Verbindungen und Salze:	**Reductionsprobe** (im Thontiegel); Beschickung: Wie oben angegeben, doch wird dieselbe mit dem Probirgut gut gemischt.
3) Kupferhaltige Bleierze:	**Röstreductionsprobe;** a) 1 Ctr. Probirgut wird mit 3 Ctr. **Kohlenpulver** im Thonschälchen wiederholt geröstet; leicht **sinternde Proben** werden überdies mit $^1/_2$ Ctr. **Eisenoxyd** gemengt. b) Reductionsschmelzung in einem mit Kohle ausgefütterten Thontiegel; Beschickung: Röstgut von 1 Ctr. Probegut. 1 Ctr. Soda, $^1/_2$ „ Borax. Die Beschickung wird gut **gemengt** und im **Sodapapiercylinder** verpackt, in den Tiegel gegeben, der überdies mit **Kohlenstaub** gefüllt und mit einem Schälchen bedeckt wird. Anmerk.: Die ausgebrachten Bleikörnchen werden aus der Schlacke **ausgeschlämmt**, auf Kohle zusammengeschmolzen und nach dem Auswägen, zur Bestimmung des Kupfers mit **Borsäure** behandelt (siehe Kupferprobe).

Löthrohr-Proben.

5. Zinnprobe.	Geschwefelte Erze werden zunächst geröstet (in gleicher Weise wie Kupfererze) und dann wie folgt behandelt: **Reductionsprobe** (im Thontiegel); Beschickung: 1 Ctr. kieselerdefreies Röstgut (ev. vorher zu schlämmen), $1^{1}/_{2}$ „ Soda, $^{1}/_{3}$ „ Borax, 3 „ Reductionsfluss (siehe Bleiprobe), $^{1}/_{2}$ „ trocknes Stärkemehl, Schmelzdecke von 3 Ctr. trocknem Kochsalz. (Als Ansammlungsmittel kann auch $^{1}/_{2}$ Ctr. Silber hinzugefügt werden.)
Aermere Zinnerze unter 20% Gehalt:	**Reductionsprobe** (in einem mit Kohle ausgefütterten Thontiegel); Beschickung: 1 Ctr. geschlämmtes Röstgut. $1^{1}/_{2}$ „ Soda, $^{1}/_{3}$ „ Borax. c. $^{1}/_{2}$ „ Silber, als Ansammlungsmittel. Im Sodapapiercylinder verpackt. Der Tiegel wird überdies mit Kohlenpulver gefüllt und mit einem Schälchen bedeckt. Bei Anwendung von Silber als Ansammlungsmittel, wird das ausgebrachte Zinn durch Feststellung der Gewichtszunahme des Silberkornes bestimmt. Anmerk.: Die Oxyde des Eisens, Kupfers, Wismuths etc. müssen vor der Reductionsschmelze mit Salzsäure ausgezogen werden; Zinnschlacken (Silicate) werden mit 15—18 Th. saur. schwefels. Kali im Platinschälchen geschmolzen, in verdünnter Salzsäure gelöst und der Rückstand (Zinnoxyd) wie oben untersucht.
6. Wismuthprobe.	**Reductionsschmelzung** (im Thontiegel); Beschickung: 1 Ctr. Probegut, $^{1}/_{3}$ „ Eisendraht. 1—2 „ Silber (in feinvertheilter Form) zur Ansammlung des Wismuths. 3 „ Reductionsfluss (s. Blei), 3 „ Kochsalz als Schmelzdecke. **Reinigung** des entschlackten **Wismuthsilbers** mittelst Boraxglas auf Kohle. Arsen- und antimonhaltige Erze müssen **vorher** geröstet werden: kupfer-, nickel- und kobalthaltige Erze sind, ev. nach dem Abrösten des Arsen- und Antimongehaltes zu schwefeln. (Zusammenschmelzen mit der gleichen Menge **Schwefel** im Thonschälchen.)

7. Nickel- und Kobaltprobe.

a) Mehrmaliges **Abrösten** solcher Erze, welche Schwefelkies, Kupferkies, Arsenkies, Schwefelantimon, Schwefelwismuth oder Schwefelblei enthalten; zuletzt unter Zusatz von **Kohle** und **kohlensaur. Ammoniak,** um den Schwefelgehalt gänzlich zu entfernen.

b) **Arseniciren** solcher Erze, die **nicht** an sich **hocharsenicirt** sind, desgl. die entspr. Röstproducte von a).
(1 Ctr. Probirgut wird mit 1 Ctr. met. Arsen im Sodapapiercylinder in der einseitig geschlossenen Glasröhre bis zur schwachen Rothgluth erhitzt. **Nickel- oder kobaltarme Proben** erhalten hierbei noch einen **Zusatz** von **20 Milligr. Eisenfeile.)**

c) **Solvirendes Schmelzen im Thontiegel;**
Beschickung: Die arsenicirte Probe (von 1 Ctr. Probegut).
3 Ctr. Reductionsfluss (siehe Blei),
3 „ Kochsalz als Schmelzdecke.

Enthält die Substanz **Blei** oder **Wismuth,** so fügt man zur Beschickung noch 20 Milligr. Eisen und $^1/_2$—1 Ctr. Silber hinzu. (Blei- und wismuthhaltiges Silberkorn.)

Kupferfreie Arsen-Kobaltnickelerze, die nur einen unbedeutenden Gehalt an Schwefel haben, werden **nicht** im **Thontiegel** nach c) geschmolzen, sondern im Sodapapiercylinder verpackt auf Kohle mit der Reductionsflamme eingeschmolzen.

Beschickung: 1 Ctr. Probirgut,
$^1/_2$ „ Soda,
15 Milligr. Boraxglas.

d) **Umschmelzen** des ausgebrachten **Kornes** mit etwas **Borax** auf Kohle, zur Verschlackung des **Eisens,** in schwacher Oxydationsflamme.

e) **Erhitzen** des **Arsenkobaltkornes** (ev. Nickelkornes) auf Kohle mit **schwacher Reductionsflamme,** bis keine **Arsendämpfe** mehr entweichen; alsdann enthält das Korn eine **constante Verbindung** von Co^2As und Ni^2As. (Auswägen.).

f) **Verschlackung** des **Kobalts** mittelst **Borax** auf **Kohle;** Rückstand: Ni^2As.

Anmerk.: War die Probe **kupferhaltig,** so entsteht unter e): $(Cu^3Ni^2Co^2)As$. — Zur Bestimmung des **Kupfers** wird die Verschlackung f) mit **Phosphorsalz** unter Zusatz eines **Goldkornes** vorgenommen, worauf man **Kupfergold** erhält, während **Nickel** verschlackt wird.
Der Gehalt an Co, Ni und Cu berechnet sich daher annähernd wie folgt: $Co^2As = 61{,}1\%$ Co; $Ni^2As = 60{,}7\%$; $Cu^3As = 71{,}7\%$ Cu.

Löthrohr-Proben.

8. Quecksilberprobe.	
	In einer einseitig geschlossenen, knieförmig gebogenen Glasröhre von 16—18 cm Länge und 6—7 mm lichter Weite, werden ca. **500 Gramm des feingepulverten Probegutes** mit **7—800 Gramm Bleiglätte** gemischt, vorsichtig **abdestillirt.** Nach der Operation wird die Röhre dicht am Quecksilberring abgeschnitten, das Quecksilber mittelst eines Pinsels vereinigt und in einem tarirten Hornschälchen ausgewogen.
9. Brennmaterialienprobe.	
Steinkohle, Braunkohle, Torf etc.	a) **Bestimmung des Wassergehalts;** 2 Ctr. der gröblich zerkleinerten Probe werden im Thonschälchen so schwach erhitzt, dass ein darauf gelegtes Stückchen Fliesspapier sich nicht bräunt. (Mehrmalige Wiederholung, bis keine Gewichtsabnahme mehr eintritt.) b) **Coksbestimmung;** 2 Ctr. zerkleinerter Probe im Thontiegel mit Deckschälchen so lange geglüht, bis keine Dämpfe mehr entweichen. (Rückstand ausgewogen.) c) **Aschengehaltsbestimmung;** 2 Ctr. desgl. im offenen Thontiegel bis zur völligen Verbrennung erhitzt. Prüfung der Asche auf Alkalien, Kalk, Silicate etc. d) **Bestimmung** des **absoluten Wärmeeffectes** nach der **Berthier'schen Methode** mittelst **Bleioxydchlorid;** 20 Milligramm Brennstoff} fein gepulvert und gut gemengt 5 Ctr. Bleioxydchlorid, } im Thontiegel mit Deckschälchen erhitzt, unter einer doppelten Schmelzdecke. zunächst: 5 Ctr. Bleioxydchlorid, dann: Gemenge von Glaspulver und Boraxglas. (8 Th. Glaspulver, 1 Th. Borax.) Das reducirte Bleikorn wird ausgewogen. 1 Theil Kohlenstoff reducirt 34 Theile Blei.

Register.

A.

Ammoniak, Nachweis 46
Ammoniak, als Reagens 22
Antimon, Nachweis 38 42
Antimon-Minerale 96
Arsen, Nachweis 38 42 50
Arsen-Minerale 96

B.

Baryterde, Nachweis 58 78
Baryt-Minerale 107
Beryllerde, Nachweis 58 67
Beryll-Minerale 106
Beschläge auf Kohle 11
Blei, Nachweis 52
Blei, quantitative Probe 122
Blei-Minerale 101
Borax, als Reagens 21
Boraxperle, Färbung derselben 60
Borsäure, Nachweis 78
Borsäure-Minerale 108
Braunkohle, quantitative Probe 125
Brom, Nachweis 36 44 78

C.

Cadmium, Nachweis 52
Cadmium-Minerale 102
Cäsium, Nachweis 77
Cäsiumchlorid, als Reagens 22
Calcium, Nachweis 67 74
Calcium-Minerale 106
Cer, Nachweis 64 70
Cer-Minerale 106
Chlor, Nachweis 36 44 78
Chlorammonium, als Reagens 22
Chlorsilber, als Aufschlussmittel 22
Chrom, Nachweis 46 56 60 68

D.

Didym, Nachweis 70
Didym-Minerale 106

E.

Eisen, Nachweis 56 60 68
Eisen-Minerale 99
Eisenvitriolpapier, Anwendung 22
Erbium, Nachweis 24
Erbium-Minerale 106

F.

Färbung der Flamme 74
Fernambukpapier, Anwendung 22
Flamme, oxydirende 4
- reducirende 4
Flattern der Flamme 5
Fluor, Nachweis 34 44
Flussspath, als Aufschlussmittel 22

G.

Gallium, Nachweis 24
Gold, Nachweis 57
- quantitative Probe 121
Gold-Minerale 105
Gyps, als Aufschlussmittel 22

H.

Heizflamme 4
Holzkohle, zur Reduction der Metalle 11

I.

Indium, Nachweis 24
Jod, Nachweis 36 46
Jodkalium, als Reagens 21
Iridium, Nachweis 24
Iridium-Minerale 105

K.

Kali, Nachweis 76 84
Kali-Minerale 108
Kalihaltige Silicate 110
Kalium, antimonsaures als Reagens 21

Kalium, oxalsaures als Reagens 21
Kalk, Nachweis 67 74
Kalk-Minerale 106
Kalkhaltige Silicate 112
Kieselerde, Nachweis 72 73 82
Kobalt, Nachweis 56 62 68
- quantitative Probe 124
Kobalt-Minerale 100
Kobaltsolution, als Reagens 22
Kohlensäure, Nachweis 36 46
Kohlensaures Natron, als Reagens 22
Kohlenstoff, Nachweis 48
Kupfer, Nachweis 62 68 79
- quantitative Probe 121
Kupfer-Minerale 103
Kupferoxyd, als Reagens 22

L.

Lackmuspapier, Anwendung 22
Lanthan, Nachweis 24
Lanthan-Minerale 106
Lithion, Nachweis 76
Lithion-Minerale 108
Lithionhaltige Silicate 113
Löthrohr 19
Löthrohrflamme 4
Löthrohrlampe 3
Löthrohrproben, quantitative 117
Löthrohr-Reactionen, Uebersicht 23
Löthrohr-Reagentien 21

M.

Magnesia, Nachweis 59 89
Magnesia-Minerale 107
Magnesiahaltige Silicate 114
Magnesium, met. als Reagens 21
Mangan, Nachweis 56 62 68
Mangan-Minerale 97
Metalloïde 96
Mikrochemische Reactionen 89
Mineralien, tabellarische Uebersicht 96
Mineralien, Verzeichniss der Gruppen 95
Molybdän, Nachweis 54 64 70
Molybdän-Minerale 97

N.

Natron, Nachweis 74 84
Natron-Minerale 108
Natronhaltige Silicate 111
Nickel, Nachweis 62 68
- quantitative Probe 124
Nickel-Minerale 100
Niob, Nachweis 70
Niob-Minerale 98

O.

Organische Verbindungen, Nachweis 36 44 46
Osmium, Nachweis 25
Osmium-Minerale 105
Oxalsaures Kalium neutr., als Reagens 21
Oxydationsflamme 4

P.

Palladium, Nachweis 25
Phosphorsäure, Nachweis 46 78
Phosphorsalz, als Reagens 21 22
Phosphorsalzperle, Färbung derselben 68
Platin, Nachweis 56
Platin-Minerale 105
Platinchlorid, als Reagens 22
Prüfung im Boraxglase 14 60
- auf Flammenfärbung 16 74 84
Prüfung in der einseitig geschlossenen Glasröhre 6 34
Prüfung desgl. mit Reagentien 10 44
Prüfung in der offenen Glasröhre 8 42
Prüfung auf Kohle 11 50
- im Phosphorsalzglase 14 68

Q.

Quantitative Löthrohr-Analyse 117
Quecksilber, Nachweis 38 40 42
- quantitative Probe 125
Quecksilber-Minerale 105

R.

Reactionen, Uebersicht der 23
Reagentien 21
Reductionsflamme 4
Regeln zur Ausführung der pyrochemischen Reactionen 3
Rhodium, Nachweis 25
Röstproducte 42
Rubidium, Nachweis 25

S.

Salpetersäure, Nachweis 34 44
Salzsäure, Nachweis 36 44 78
- als Aufschlussmittel 22
Sauerstoff, Nachweis 36
Saumflamme 18
Schmelzgrade der Silicate 109
Schwefel, Nachweis 38 42 44 46
Schwefelsäure, Nachweis 34 46
- als Aufschlussmittel 22
Selen, Nachweis 38 42 54
Silber, Nachweis 57
- quantitative Probe 120
Silber-Minerale 104
Silicate, Anleitung zur Untersuchung 81
Silicate, Eintheilung 109
- Uebersicht 110
Silicium, Nachweis, siehe Kieselerde.
Soda, als Reagens 22
Spitzflamme 17
Stärkemehlpapier, Anwendung 22
Steinkohle, quantitative Probe 125
Stickstoff, Nachweis 36; siehe auch Ammoniak und Salpetersäure.
Strontian, Nachweis 67 76
Strontian-Minerale 107
Sublimate, weisse 36
- gefärbte und metallische 38

T.

Talkerde, siehe Magnesia.
Tantal, Nachweis 26
Tantal-Minerale 98
Tellur, Nachweis 42 54
Tellur-Minerale 96
Thallium, Nachweis 26
Thonerde, Nachweis 59 90
Thonerde-Minerale 105
Thonerdehaltige Silicate 115
Thorium, Nachweis 26
Thorium-Minerale 106
Titan, Nachweis 64 70
Titan-Minerale 98

U.

Uebersicht des Untersuchungsganges 28
Uran, Nachweis 64 70
Uran-Minerale 97

V.

Vanadin, Nachweis 64 70
Vorbereitung der Proben 6 20

W.

Wasser, Nachweis 34 83
Wismuth, Nachweis 52
- quantitative Probe 123
Wismuth-Minerale 96
Wolfram, Nachweis 56 64 70
Wolfram-Minerale 97

Y.

Yttererde, Nachweis 26
Yttererde-Minerale 106

Z.

Zink, Nachweis 52
Zink-Minerale 102
Zinn, Nachweis 54 55
Zinn-Minerale 102
Zinnchlorür, als Reductionsmittel 21
Zirkon, Nachweis 26
Zirkon-Minerale 106

Berichtigung:

S. 10, Z. 9 v. u. lies „untersalpetersauren" statt „salpetrigsauren".

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Inhalt des Löthrohr-Besteckes. (Fig. 1.)

	Mk.	Pf.
a) Löthrohr mit Platinplättchen und Halter für farbige Gläser zu Flammen-Reaktionen (Fig. 1a)	6	—
b) Halter für Platindrath mit Oesenform . .	2	50
c) Mörser-Zange zum Abbrechen und Zerkleinern von Mineralproben etc. (Fig. 1b)	6	—
d) Pincette mit Platinspitze	4	—
e) Kleine Taschenlupe	1	—
f) Magnetstäbchen	—	70
g) Platindraht und Platinblech	2	50
h) 3 gefärbte Gläser (2 Cobalt, 1 grün) . .	—	30
Preis des leeren Etuis	5	50

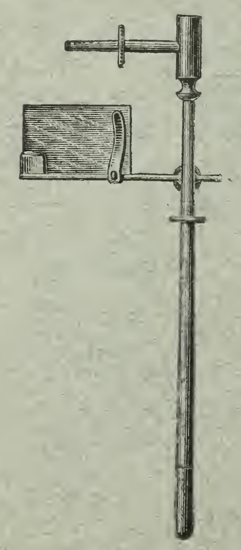


Fig. 1a.

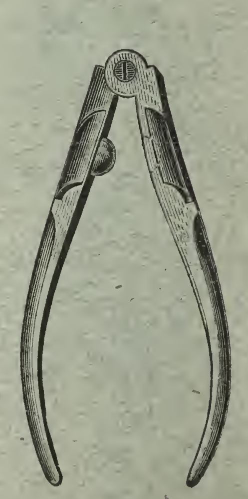


Fig. 1b.










UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 102188718